



不同 T₂WI 信号强度子宫肌瘤的 高强度聚焦超声消融效果

易根发, 赵 卫, 范宏杰, 谢璇丞, 寸江平, 王 滔

(昆明医科大学第一附属医院影像科, 云南 昆明 650032)

摘要:目的 探讨不同 T₂WI 信号强度子宫肌瘤的高强度聚焦超声(HIFU)消融效果。方法 回顾性分析经 HIFU 治疗的症状性子宫肌瘤患者 357 例。根据 T₂WI 信号特征将肌瘤分为 4 组:低信号,等信号,高信号,混杂信号。通过单因素方差分析比较各组的 HIFU 治疗参数和消融效果。结果 患者平均年龄为(38.5±6.2)岁,基线数据的差异无统计学意义(P>0.05)。所有患者均顺利完成 HIFU 治疗,平均治疗时间为(128.3±60.9) min,平均非灌注区体积百分比(NPVR)为(74.4±14.7)%,平均能效因子(EEF)为(7.1±4.8) j/mm³。单因素方差分析结果显示,与高信号组相比,T₂WI 低信号组辐照时间、治疗时间和 1 cm³ 辐照时间较短,治疗功率和 EEF 较小,NPVR 较大,差异有统计学意义(P<0.05)。结论 T₂WI 低信号的子宫肌瘤含水量低,能量沉积效率高,更适合 HIFU 消融。

关键词:高强度聚焦超声;子宫肌瘤;T₂ 加权成像

DOI:10.3969/j.issn.1002-1671.2019.03.025

中图分类号:R445.1;R737.33;R445.2 文献标志码:A 文章编号:1002-1671(2019)03-0437-04

Effect of high-intensity focused ultrasound ablation on uterine fibroids with different signal intensity on T₂WI

YI Genfa, ZHAO Wei, FAN Hongjie, XIE Xuancheng, CUN Jiangping, WANG Tao

(Department of Imaging, the First Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650032, China)

Abstract: Objective To investigate the effect of high-intensity focused ultrasound (HIFU) ablation on uterine fibroids with different with different T₂-weighted image (T₂WI) signal intensity. **Methods** 357 patients with symptomatic uterine fibroids treated with HIFU were retrospectively analyzed. According to T₂WI signal characteristics, fibroids were divided into 4 groups: hypointensity, isointensity, hyperintensity and mixed intensity. The HIFU treatment parameters and ablation effects of each group were compared by *One-Way* analysis of variance. **Results** The average age of the patients was (38.5±6.2) y, and there were no significant differences in baseline data (P>0.05). All patients successfully completed HIFU treatment, with the average treatment time of (128.3±60.9) min, the average non-perfusion volume rate (NPVR) of (74.4±14.7)%, and the average energy efficiency factor (EEF) of (7.1±4.8) j/mm³. The results of *One-Way* analysis of variance showed that the T₂WI hypointensity group had shorter sonication time, treatment time and 1 cm³ sonication time, smaller treatment power and EEF, larger NPVR, comparing with the hyperintensity group with statistically significant differences (P<0.05). **Conclusion** Uterine fibroids with T₂WI hypointensity have low water content and high energy deposition efficiency, which are more suitable for HIFU ablation.

Key words: high-intensity focused ultrasound; uterine fibroids; T₂-weighted image

子宫肌瘤是育龄期女性生殖系统最常见的良性肿瘤。高强度聚焦超声(high-intensity focused ultrasound, HIFU)能在保留子宫结构和功能完整性的同时,有效地缓解子宫肌瘤相关症状,其效果已经得到了国内外

研究人员和临床医生的肯定。然而,有研究表明 HIFU 对子宫肌瘤的消融效果受多种因素的影响,不同 T₂WI 信号强度的子宫肌瘤对 HIFU 治疗的反应性不同^[1-2]。由于大样本的病例对照研究较少,本研究客观地分析了患者术前 T₂WI 信号的高低和 HIFU 治疗参数、消融效果之间的关系,以明确子宫肌瘤 T₂WI 信号强度对 HIFU 消融效果的预测作用。

作者简介:易根发(1972—),男,江西省宜春市人,硕士,主治医师。
研究方向:介入治疗,高强度聚焦超声。

通信作者:王 滔, E-mail: kmtaowang@126.com

基金项目:云南省医疗卫生单位内设研究机构科研项目(2016NS037)。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取昆明医科大学第一附属医院通过MR和超声确诊为子宫肌瘤并接受了HIFU治疗的患者。根据T₂WI信号强度分组:低信号组,信号强度和骨骼肌近似;等信号组,信号强度高于骨骼肌而低于子宫肌层;高信号组,信号强度等于或高于子宫肌层;混杂信号组。

1.2 仪器设备 重庆JC200聚焦超声肿瘤治疗系统,工作频率为0.5~2 MHz,输出能量0~400 W,监控超声为Mylab70(Genoa,意大利)。成像设备采用Achieva 3.0T MR(飞利浦,荷兰)及Signa HDxt 3.0T MR(GE,USA),扫描序列主要为T₁WI、T₂WI、增强扫描。扫描参数:T₁WI,TR 400~600 ms,TE 8 ms;T₂WI,TR 3 000~5 000ms,TE 90 ms;轴位矩阵320×224,层厚5 mm,层间距2 mm;矢状位和冠状位矩阵228×192,层厚5 mm,层间距1 mm。增强扫描对比剂为钆双胺注射液(0.5 mmol/mL),注射部位为肘静脉,流速1.5~2.0 mL/s,剂量0.2 mL/kg体质量,于注入对比剂5 min后采集T₁WI,参数同平扫。同一患者术前、术后扫描参数保持一致。

1.3 HIFU消融 本研究均采用标准的HIFU治疗流程对所有患者的子宫肌瘤进行消融。术前明确诊断,获得知情同意,并做好术前准备(药物准备、肠道准备、皮肤准备等)。患者均采用俯卧位,通过监控超声调整治疗头和腹壁间脱气气囊的位置,按体质量使用芬太尼与咪达唑仑以镇静、镇痛。在监控超声的导航下,采用点扫描的方式进行HIFU消融,术中监控患者生命体征,防治不良反应。术后抗感染治疗3~5 d,对症处理,3 d之内复查MRI。

1.4 观察指标 根据HIFU术前、术后的MR测量肌瘤和非灌注区径线,以计算肌瘤体积V₀、非灌注区体积(non-perfusion volume, NPV) V₁和非灌注区体积百分比(non-perfusion volume rate, NPVR);收集HIFU

治疗参数:辐照时间(t)、治疗时间(T)、治疗功率(W)等,以计算1 cm³辐照时间和平均能效因子(energy efficiency factor, EEF)。

肌瘤或NPV:V₁=0.523 3×前后径×上下径×左右径^[3];

$$NPVR = V_1 / V_0 \times 100\%$$

$$1 \text{ cm}^3 \text{ 辐照时间} = t / V_1$$

$$EEF = \eta Pt / 1\ 000 V_1 (\eta = 0.7)^{[4]}$$

1.5 统计学分析 采用SPSS17.0(IBM, Armonk, NY)进行统计分析,数据服从正态分布则采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,偏态分布资料采用中位数和四分位数间距表示。采用单因素方差分析比较不同组别子宫肌瘤患者的基线数据,以排除这种差异对统计结果的影响;随后,采用单因素方差分析不同组别患者的治疗参数、NPVR、EEF等,两两比较采用SNK-q检验。方差不齐或者非正态分布的数据采用秩和检验,检验水准设为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基线数据和治疗参数 357例患者,年龄23~53岁,平均(38.5±6.2)岁。其中,单发肌瘤214例(59.9%),多发肌瘤143例(40.1%),平均肌瘤直径为(5.6±1.6) cm,平均肌瘤体积为(84.3±69.2) cm³。HIFU的平均治疗时间为(128.3±60.9) min,平均消融率为(74.4±14.7)%,平均1 cm³辐照时间为(27.0±18.6) s,平均EEF为(7.1±4.8) j/mm³。

2.2 子宫肌瘤术前、术后 术前,子宫肌瘤T₂WI呈低信号112例,等信号119例,高信号68例,混杂信号58例。各组患者基线资料的差异无统计学意义(P>0.05)(表1)。HIFU术前,肌瘤所在子宫肌壁增厚、异常占位,T₂WI上可呈低信号、等信号、高信号、混杂信号,术前增强扫描可有不同程度的均匀或不均匀强化;术后增强扫描,HIFU有效治疗区域不强化(图1~3)。

表1 不同T₂WI子宫肌瘤基线数据的比较

	低信号(n=112)	等信号(n=119)	高信号(n=68)	混杂信号(n=58)	F	P
年龄(岁)	38.5±5.9	39.1±6.2	37.8±6.5	37.7±6.0	1.077	0.359
肌瘤个数(个)	2.2±1.6	2.0±1.6	1.6±1.3	1.7±1.6	2.271	0.080
靶皮距(cm)	5.3±2.0	5.1±2.1	5.2±2.1	5.2±2.6	0.217	0.884
后声场距离(cm)	2.6±1.6	2.6±1.5	2.7±1.4	3.0±1.4	1.337	0.262
肌瘤直径(cm)	5.3±1.4	5.7±1.6	5.5±1.6	5.9±1.6	2.523	0.058
肌瘤体积(cm ³)	71.7±58.0	86.7±63.3	101.1±74.8	86.5±86.9	2.473	0.061
肌瘤位置 [△]	31/24/36/21	32/36/36/15	31/14/17/6	17/22/13/6	2.454	0.063
子宫位置 [#]	46/40/26	58/32/29	34/22/12	23/22/13	0.586	0.625
肌瘤类型 [*]	53/31/15/13	56/21/28/14	28/12/16/12	21/16/8/13	1.612	0.186

注:△,肌瘤位置分别为前壁/后壁/侧壁/宫底肌瘤;#,子宫位置分别为前位/中位/后位子宫;*,肌瘤类型分别为肌壁间/浆膜下/黏膜下/贯穿型肌瘤

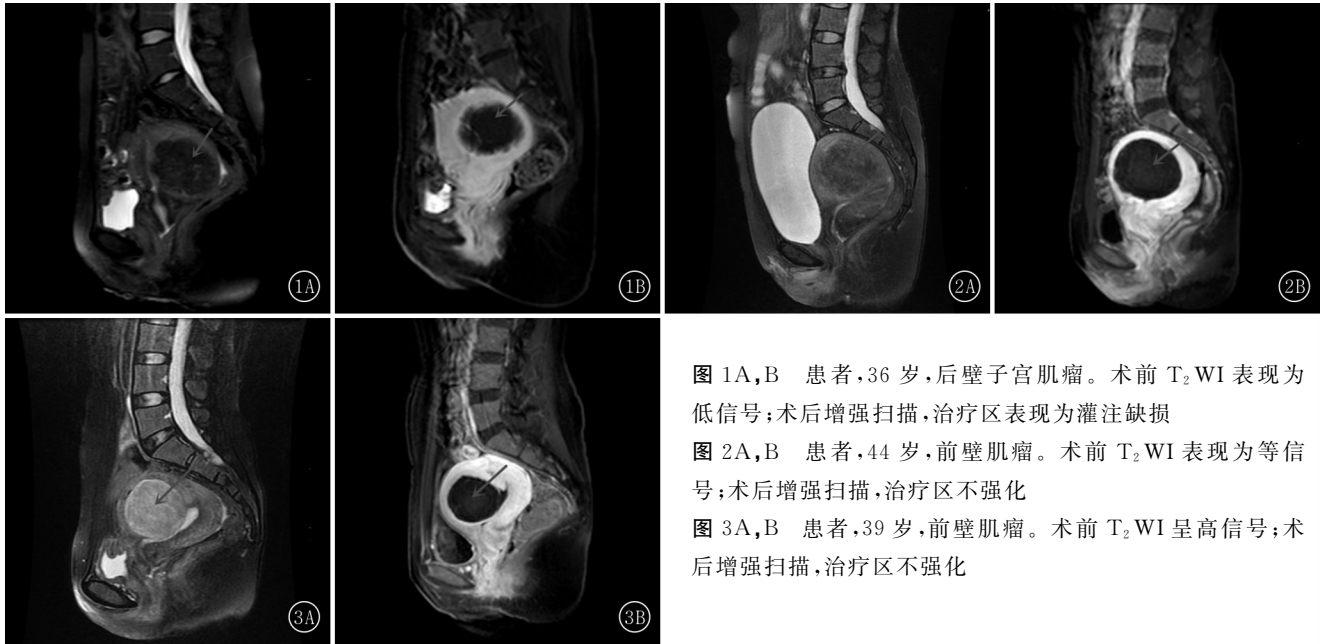


图 1A,B 患者,36岁,后壁子宫肌瘤。术前 T_2 WI 表现为低信号;术后增强扫描,治疗区表现为灌注缺损

图 2A,B 患者,44岁,前壁肌瘤。术前 T_2 WI 表现为等信号;术后增强扫描,治疗区不强化

图 3A,B 患者,39岁,前壁肌瘤。术前 T_2 WI 呈高信号;术后增强扫描,治疗区不强化

2.3 HIFU 消融效果 治疗参数的比较结果见表 2,除了 NPV 差异无统计学意义外($F=1.048, P=0.371$),其余各组均有意义。根据两两比较结果可知,辐照时间 T_2 低信号组低于其余各组,差异有统计学意义($P<0.05$);治疗功率 T_2 低信号组低于等信号组($P<0.05$)、显著低于高信号组($P<0.01$);治疗时间 T_2 低信号组比高信号组短,差异有统计学意义($P<0.05$)。此外,

低信号组 HIFU 消融的 NPVR 最高,显著大于高信号组,差异有统计学意义($P<0.001$); 1 cm^3 辐照时间 T_2 低信号组低于等信号组($P<0.05$)、高信号组($P<0.001$)和混杂信号组($P<0.05$),差异有统计学意义; T_2 低信号组子宫肌瘤的 EEF 最小,低于其余各组,差异有统计学意义($P<0.05$)(表 2)。

表 2 HIFU 对子宫肌瘤的消融结果

	低信号($n=112$)	等信号($n=119$)	高信号($n=68$)	混杂信号($n=58$)	F	P
辐照时间(s)	983.7±698.2	1 380.0±912.9	1 374.6±975.3	1 339.7±901.3	5.143	0.002
治疗功率(W)	374.4±33.7	384.0±28.5	386.3±23.2	381.2±29.4	3.027	0.030
治疗时间(min)	119.1±58.7	122.1±58.2	142.1±67.2	143.0±58.7	3.639	0.013
NPV(cm^3)	57.2±46.4	61.1±41.9	60.1±70.2	72.2±60.8	1.048	0.371
NPVR(%)	79.9±12.0	74.4±15.1	67.2±14.3	72.0±15.3	12.22	0.000
1 cm^3 辐照时间(s)	21.9±11.5	28.1±19.2	31.9±19.7	28.7±24.5	4.858	0.003
EEF(j/mm^3)	5.7±3.0	7.5±4.9	8.6±5.4	7.5±6.2	6.106	0.000

3 讨论

迄今为止,HIFU 已应用于子宫肌瘤、肝肿瘤、乳腺肿瘤等多种实体性肿瘤的无创消融,这项技术的开发与应用为广大患者带来了福音^[4-6]。MRI 的增强扫描、 T_1 WI、 T_2 WI、DWI、DTI 等序列可以一定程度上反映子宫肌瘤的微观结构信息和周围组织解剖情况,在 HIFU 治疗子宫肌瘤术前诊断、术中监测到术后评估中有着巨大的应用价值^[7-9]。刘欣杰等^[9]认为,根据 MRI 信号可将子宫肌瘤分为普通型、退变型及细胞型;其中,普通型肌瘤细胞液体量较少而纤维成分较多, T_2 WI 多为低信号;退变型肌瘤内部常伴随变性、

坏死、钙化、出血等,组织结构复杂,多表现为混杂信号;而细胞型肌瘤细胞排列规律、含水量多, T_2 WI 多为均匀稍高信号。因此, T_2 WI 高信号的子宫肌瘤,其细胞成分或血液丰富,可带走部分 HIFU 消融热量,导致能量沉积效率低、消融效果差^[1-2,10-11]。

本研究中, T_2 WI 低信号组辐照时间和治疗功率均低于其余各组,其所需要的治疗总剂量也更容易达到,治疗时间和 1 cm^3 辐照时间最短、EEF 最小,这类子宫肌瘤的消融效率高、消融难度低。而 T_2 WI 高信号的子宫肌瘤,可能由于血液或液体对聚焦能量的吸收,导致靶组织温度上升缓慢,从而加大了治疗难度,

其 EEF 高、NPVR 低。此外,有研究认为 NPVR 与术后的肿瘤缩小速度、症状缓解程度和复发相关,术中宜适当提高 NPVR 以达到更好的治疗目的^[1]。根据本研究的结果,笔者认为 T₂WI 低信号组子宫肌瘤更容易达到高的 NPVR,而其症状缓解程度和远期疗效是否更佳,值得深入研究。

总之,T₂WI 低信号的子宫肌瘤能量沉积效率更高,HIFU 消融更容易进行。

参考文献:

[1] GONG C,SETZEN R,LIU Z, et al.High intensity focused ultrasound treatment of adenomyosis;the relationship between the features of magnetic resonance imaging on T₂ weighted imagesand the therapeutic efficacy[J].Eur J Radiol,2017,89:117-122.DOI:10.1016/j.ejrad.2017.02.001.

[2] CHENG H,WANG C,TIAN J.Correlation between uterine fibroids with various magnetic resonance imaging features and therapeutic effects of high-intensity focused ultrasound ablation[J].Pak J Med Sci.2015,31(4):869-873.DOI:10.12669/pjms.314.7294.

[3] GONG C,YANG B,SHI Y, et al.Factors influencing the ablative efficiency of high intensity focused ultrasound (HIFU) treatment for adenomyosis: a retrospective study[J].Int J Hyperthermia, 2016,32(5):496-503.DOI:10.3109/02656736.2016.1149232.

[4] 姜曼,赵卫,易根发,等.子宫肌瘤 MRI 特征与高强度聚焦超

声消融疗效[J].介入放射学杂志,2014,23(4):314-319.DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2014.04.011.

[5] 马荣,朱辉,龚建平.基于倾向性评分匹配法的经导管肝动脉化疗栓塞联合高强度聚焦超声治疗肝癌的生存情况分析[J].中国癌症杂志,2018,28(4):282-289.DOI:10.19401/j.cnki.1007-3639.2018.04.007.

[6] PEEK M C L,WU F.High-intensity focused ultrasound in the treatment of breast tumours[J].Ecancermedalscience,2018,12:794.DOI:10.3332/ecancer.2018.794.

[7] 张俊成,卢端洁,杨振华,等.小 b 值表观扩散系数图监测子宫肌瘤高能聚焦超声后疗效的价值[J].实用放射学杂志,2016,32(12):1902-1905.DOI:10.3969/j.issn.1002-1671.2016.12.021.

[8] 邵显敏,高珊珊,辛建英,等.子宫肌瘤磁共振扩散张量成像特征的初步研究[J].实用放射学杂志,2016,32(2):236-238,254.DOI:10.3969/j.issn.1002-1671.2016.02.018.

[9] 刘欣杰,曾燕,赵建农,等.MRI 对子宫肌瘤高强度聚焦超声治疗前后的诊断价值[J].实用放射学杂志,2008,24(5):654-657. DOI:10.3969/j.issn.1002-1671.2008.05.024.

[10] ZHAO W P,CHEN J Y,ZHANG L, et al.Feasibility of ultrasound-guided high intensity focused ultrasound ablating uterine fibroids with hyperintense on T2-weighted MR imaging[J].Eur J Radiol, 2013,82(1):e43-e49.DOI:10.1016/j.ejrad.2012.08.020.

[11] 容蓉,刘佳,刘婧,等.不同定量测量参数对子宫肌瘤 IVIM 扩散和灌注特点显示的差异[J].实用放射学杂志,2017,33(4):603-607.DOI:10.3969/j.issn.1002-1671.2017.04.030.

(收稿日期:2018-05-25;修回日期:2018-10-17)

本刊正文内可直接使用的医学缩略语(II)

MSCT(multi spiral computed tomography):多层螺旋 CT
 MRI(magnetic resonance imaging):磁共振成像
 MRA(magnetic resonance angiography):磁共振血管成像
 MRS(magnetic resonance spectroscopy):磁共振波谱
 MPR(multiplanar reconstruction):多平面重建
 MIP(maximum intensity projection):最大密度投影
 NEX(number of excitation):激励次数
 PACS(picture archiving and communication system):图片存储与传输系统
 PET(positron emission tomography):正电子发射计算机断层成像
 ROC 曲线(receiver operating characteristic curve):受试者工作特征曲线
 ROI(region of interest):感兴趣区

rs-fMRI(resting-state functional magnetic resonance imaging):静息态功能磁共振成像
 SNR(signal-to-noise ratio):信噪比
 SWI(susceptibility weighted imaging):磁敏感加权成像
 TE(echo time):回波时间
 TI(inversion time):反转时间
 TIC(time-signal intensity curve):时间信号强度曲线
 TIPS(transjugular intrahepatic portosystemic shunt):经颈静脉肝内门体静脉分流术
 TR(repetition time):重复时间
 VR(volume rendering):容积再现
 WHO(World Health Organization):世界卫生组织

(本刊编辑部)