

• 腹部影像学 •

MR 扩散成像在子宫肌瘤 HIFU 术后早期疗效评价中的价值

张俊成, 杨振华, 赵相胜, 王秀河

【摘要】 目的:探讨磁共振扩散成像在子宫肌瘤高强度聚焦超声治疗后早期疗效评价中的价值。**方法:**15 例患者共 21 个肌瘤经 1 次性 HIFU 刀治疗,术前、术后 0.5 及 24h 进行常规磁共振成像及 DWI 成像,观察肌瘤术前、术后在常规 MRI、DWI 上信号及 ADC 值变化特点并进行分析。**结果:**术后 18 个肌瘤增强扫描无灌注区,在 DWI 序列上均有不同程度的信号增高;肌瘤消融区术后 0.5h 平均 ADC 值 $[(1.287 \pm 0.213) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$ 低于术前平均 ADC 值 $[(1.442 \pm 0.233) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$ 及残留未消融区平均 ADC 值 $[(1.513 \pm 0.271) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$,术后 24h 复查,消融靶区平均 ADC 值 $[1.369 \pm 0.220] \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$ 回升。术前、术后 0.5 及 24h 消融区及残留未消融区平均 ADC 值差异有统计学意义($P < 0.05$);术后 0.5h 消融区在 DWI 上高信号主要分布于外周,中央部信号强度相对较低,呈较有特征性环形高信号改变,而且外周部 ADC 值低于中央部 ADC 值。**结论:**DWI 和 ADC 值是早期评价子宫肌瘤高强度聚焦超声治疗术后疗效的有效手段。

【关键词】 磁共振成像; 扩散成像; 子宫肿瘤; 超声透入疗法

【中图分类号】 R445.2; R737.33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2012)12-1356-05

The early clinical value of MR diffusion-weighted imaging in uterine fibroids after high intensity focused ultrasound (HIFU)

ZHANG Jun-cheng, YANG Zhen-hua, ZHAO Xiang-sheng, et al. Department of Radiology, Guangdong Provincial Jiangmen Wuyi TCM Hospital, Guangdong 529031, P. R. China

【Abstract】 Objective: To assess the early clinical value of MR diffusion-weighted imaging in uterine fibroids after high intensity focused ultrasound. **Methods** 15 patients with 21 uterine fibroids were treated by one-time HIFU technique. They had routine MRI (including plain and enhanced imaging) and DWI for three times: before the surgery, half an hour and 24 hours after the surgery. Compared with routine MRI, characteristics of changes in uterine fibroids in DWI signals and ADC values were analyzed. **Resultss:** After HIFU treatment, in non-perfusion areas on enhanced scan of 18 fibroids, the signal intensity increased on DWI sequence; The mean ADC value $[(1.287 \pm 0.213) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$ in the ablation area within half an hour after HIFU treatment was lower than both the values of pre-treatment $[(1.442 \pm 0.233) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$ and of the non-ablation areas $[(1.513 \pm 0.271) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$; The mean ADC value $[(1.369 \pm 0.220) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$ within 24 hours after the HIFU treatment was increased ($P < 0.05$). Half an hour after HIFU treatment, the high signals were mainly distributed in the peripheral area and the signals were relatively low in the central part of the ablation area. The changes could be classified as characteristic ring-shape high signals. Meanwhile, ADC value $[(1.175 \pm 0.211) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$ at periphery was lower than that in the central part $[(1.380 \pm 0.310) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$. **Conclusion:** DWI and ADC values are important in the early evaluation of ablated tissues after high intensity focused ultrasound treatment of uterine fibroids.

【Key word】 Magnetic resonance imaging; Diffusion weighted imaging; Uterine neoplasms; Phonophoresis

高强度聚焦超声消融术 (high intensity focused ultrasound, HIFU) 治疗子宫肌瘤的有效性和安全性已经逐渐得到广泛的认可。目前评价肌瘤消融疗效较理想的方法是磁共振增强扫描直接显示坏死灶的血供,但 MRI 增强扫描不能提供细胞环境的信息。磁共振扩散加权 (DWI) 技术是一项可以反映组织细胞水分子扩散情况的功能成像技术。本文通过对 15 例子宫肌瘤患者 HIFU 术前、术后 0.5 及 24h 的常规 MR、增强扫描及扩散加权成像检查,旨在探讨扩散加权成像在 HIFU 治疗子宫肌瘤早期疗效评价中的应用价值。

材料与方法

1. 临床资料

15 例子宫肌瘤的患者年龄 25~50 岁,平均 35.5 岁,共 21 个肌瘤进行 HIFU 治疗。HIFU 治疗术前 1d、术后 0.5 及 24h 分别常规 MR、DWI 及增强 MR 扫描。

2. HIFU 治疗

采用 JC 型聚焦超声肿瘤治疗系统 [重庆海扶 (HIFU) 技术有限公司生产],声功率 100~400W,采用镇静止痛条件下对肌瘤实施一次性消融治疗。根据不同层面靶区的不同形状,通过点、线、面的组合,完成对治疗靶区的适形性消融治疗。

作者单位: 529031 广东,江门市五邑中医院放射科(张俊成、杨振华、赵相胜); 510630 广州,暨南大学附属第一医院放射科(王秀河)
作者简介: 张俊成(1977-),男,广东江门人,主治医师,主要从事临床磁共振诊断工作。

3. MR 检查

采用 GE Signa HDx 1.5T MR 扫描仪,扫描序列为 T_1 WI、 T_2 WI、增强 T_1 WI 及 DWI。DWI 成像参数: SE-EPI 采集, TR 4000 ms, TE 70 ms, 层厚 6 mm, 间隔 1 mm, 视野 $35\text{ cm} \times 35\text{ cm}$, 矩阵 128×128 , 扩散梯度因子(b 值)分别取 0、700 s/mm^2 。所有序列 FOV、层厚、层间隔一致。

4. 影像学分析

HIFU 术后增强 T_1 WI 无对比剂灌注作为肌瘤出现凝固性坏死的标准。肌瘤的信号强弱是与骨骼肌相比较,观察各序列消融灶及周围的信号特点。利用 GE 后处理(AW 4.4)工作站自带的 Functool 软件测量术前肌瘤、术后各期消融灶及周围的 ADC 值。将离消融靶区边缘 1~1.5 cm 范围内划为消融外周部,其余区域划为消融中央部,分别测量半径 $\geq 2\text{ cm}$ 的肌瘤术后 0.5h 消融靶区上述两部位多个 ROI 的平均 ADC 值。为达到准确定位,将增强扫描图像拟合至 DWI 及 ADC 图中进行感兴趣区(ROI)选取,ROI 需避开伪影,各期 ROI 选取位置、大小尽量一致。

5. 统计学分析

用 SPSS 13.0 软件进行统计学分析,ADC 值采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。本组资料数据呈正态性分布,采用配对 t 检验, $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

1. 肌瘤消融术前、术后 MRI 信号变化

21 个肌瘤 HIFU 术前增强扫描呈明显强化,术后 18 个瘤灶出现无强化的消融靶灶,3 个肌瘤无消融灶;术前 T_1 WI 呈等或低信号,术后 18 个消融靶区有 12 个肌瘤 T_1 WI 信号增高;术前肌瘤 T_2 WI 呈低或高低混杂信号,术后 0.5 及 24h 消融灶中央部分 T_2 WI 信号较术前稍低,周围信号较术前增高,其中 7 个消融灶在 24h 复查时高信号范围进一步扩大;术前肌瘤 DWI 呈等或低信号,术后 0.5 及 24h 18 个消融灶 DWI 信号不同程度增高,其范围与增强扫描无血流灌注区基本对应,界限明确,13 个消融靶区 DWI 高信号集中在外周地带,中央部信号相对较低,呈环形高信号改变;术后 24h 消融靶区 DWI 上高信号范围及信号强度有所下降。治疗后肌瘤强化部分(残留的未消融灶)及 3

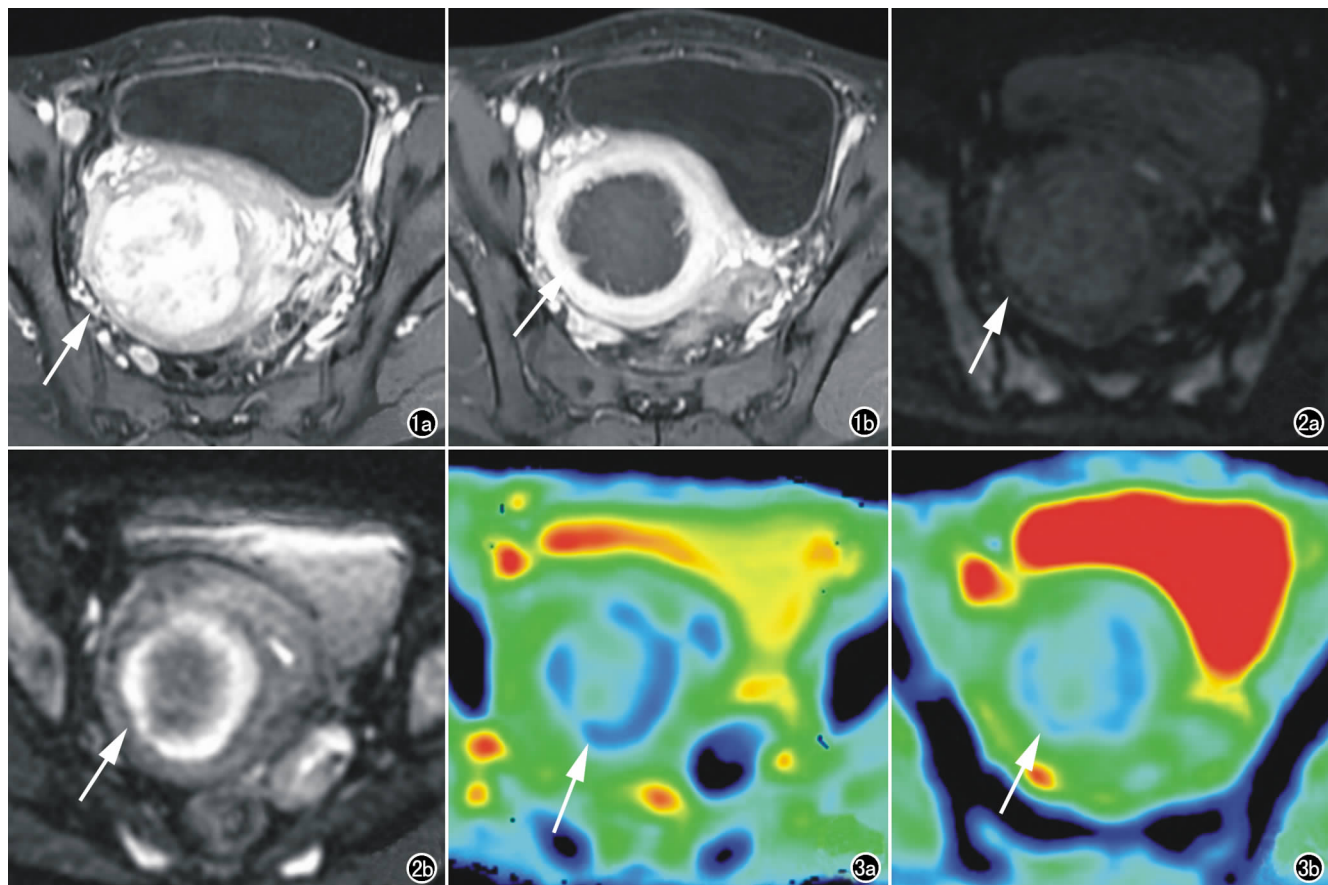


图1 对比增强 T_1 WI。a) HIFU 术前肌瘤明显强化(箭); b) 术后肌瘤内出现无灌注消融靶区(箭)。图2 DWI。a) HIFU 术前瘤灶呈等信号(箭); b) 术后 0.5h 消融靶区与增强扫描低信号(无灌注消融靶区)一致,外周呈显著高信号(箭),中心呈相对低信号,呈环形高信号改变。图3 ADC 图。a) 术后 0.5h 消融靶区外围呈深蓝色(箭),中央呈浅蓝色,表明外围 ADC 值低于中央部; b) 术后 24h 消融区域深蓝色区域减少(箭),表明 ADC 值较术后 0.5h 升高。

个无消融靶区的肌瘤在 DWI 仍呈等或低信号, T_1 WI、 T_2 WI 信号无变化(图 1~6)。

2. 数据测量结果

肌瘤消融术前、术后 0.5 及 24h 平均 ADC 值变化:18 个消融靶灶在 HIFU 治疗前平均 ADC 值为 $(1.442 \pm 0.233) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 术后 0.5h 平均 ADC 值为 $(1.287 \pm 0.213) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 较术前明显下降, 经配对 t 检验差异均有统计学意义($t=4.945, P<0.01$)。18 个消融靶区术后 24h 复查平均 ADC 值为 $(1.369 \pm 0.220) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 较术后 0.5h 平均 ADC 值 $(1.287 \pm 0.213) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 升高, 经配对 t 检验, 两者差异有统计学意义($t=3.407, P<0.05$)。

术后 0.5h 肌瘤不同区域平均 ADC 值比较:15 个肌瘤 HIFU 术后 0.5h 增强扫描显示有明显强化残留

灶, 与正常肌层、消融灶均有清晰界限, 消融靶区平均 ADC 值为 $(1.307 \pm 0.271) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 低于残留未消融灶平均 ADC 值 $(1.513 \pm 0.271) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 两者差异有统计学意义($t=5.486, P<0.01$)。

测量 12 个半径 $\geq 2 \text{ cm}$ 肌瘤术后 0.5h 消融靶灶外围及中央部 ADC 值, 外周部平均 ADC 值为 $(1.175 \pm 0.211) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 低于中央部平均 ADC 值 $(1.380 \pm 0.310) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 经配对 t 检验, 两者差异有统计学意义($t=3.266, P<0.05$)。

讨 论

超声消融(ultrasound ablation, UA)是一种治疗肿瘤的新技术。它将体外发射的超声波聚焦于体内某一靶区, 在靶区焦点处超声波声能转化为热能, 使靶区

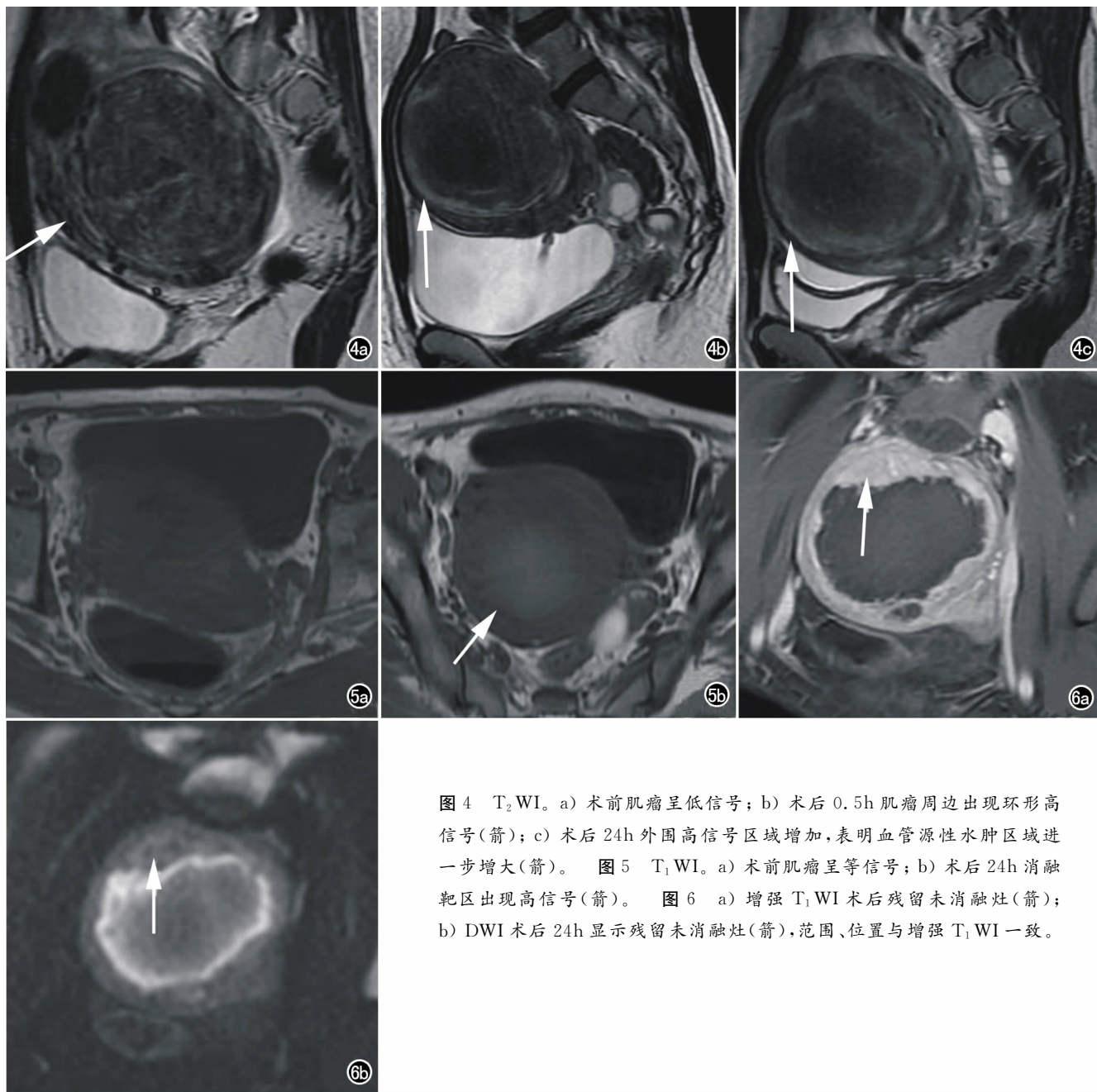


图 4 T_2 WI。a) 术前肌瘤呈低信号; b) 术后 0.5h 肌瘤周边出现环形高信号(箭); c) 术后 24h 外围高信号区域增加, 表明血管源性水肿区域进一步增大(箭)。

图 5 T_1 WI。a) 术前肌瘤呈等信号; b) 术后 24h 消融靶区出现高信号(箭)。

图 6 a) 增强 T_1 WI 术后残留未消融灶(箭); b) DWI 术后 24h 显示残留未消融灶(箭), 范围、位置与增强 T_1 WI 一致。

肿瘤组织产生不可逆的凝固性坏死。应用影像学形态学测量肿瘤的大小或体积评价肿瘤治疗疗效的方法需要数周至数月后才能实施,但现代磁共振导航的高强度聚焦超声(MRg-HIFUS)靶向治疗的新技术往往要求快速实时评价消融效果,因此发展新的序列早期及时反映肿瘤的存活坏死成为必要。扩散加权序列可以监测靶向治疗后肿瘤细胞的微环境的改变以及水肿、坏死过程,已在肿瘤疗效的预测和早期评价效果方面具有良好的潜质。关于子宫肌瘤 HIFU 术后 DWI 评价方面,郑潜新等^[1]曾报道过对子宫肌瘤 HIFU 治疗后一周到 12 个月的 DWI 监测疗效价值,而术后 0.5 及 24h 内 DWI 评价肌瘤消融效果的目前报道较少。

1. DWI 及 ADC 值在评价肌瘤术前、术后消融靶区中的价值及病理生理学基础

本研究的结果显示 DWI 和 ADC 值能有效确定 HIFU 术后早期肌瘤的消融靶区,术后 0.5h 肌瘤消融灶 DWI 上对应增强扫描无血流灌注区域信号呈不同程度增高,消融灶平均 ADC 值较术前明显降低,反映术后 0.5h 靶区组织水分子总的扩散能力减低。术后 24h 消融靶区 ADC 值较术后 0.5h ADC 值回升,提示组织随之发生坏死,水分子扩散能力增加,与 Jacobs 等^[2]运用 DWI 评价 MRg-HIFUS 治疗子宫肌瘤的疗效报道一致。其生物学机制可能是聚焦的热效应引致肌瘤组织细胞产生能量代谢异常,抑制细胞膜上的钠-钾离子 ATP 酶的活性,形成细胞内高渗状态,水分子流入细胞内,导致细胞肿胀,限制了水分子的扩散。DWI 信号增高,ADC 值下降,与脑梗死早期脑缺血状态的细胞毒性水肿期病理生理改变大致相仿。随着时间延长,蛋白质发生变性、细胞膜破裂以及纤维网格的破坏等发生,随即肌瘤组织进一步发展到坏死期,这时肿瘤细胞组织内细胞密度下降、细胞崩解,使限制水分子扩散程度的障碍减轻,水分子扩散较前相对自由,ADC 值升高,所以 ADC 值的升高与组织坏死有关。

在早期 DWI 评价消融体积方面,近期 Jacobs 等使用一种称为 Eigenimage Filter 软件,勾画增强扫描显示无血流灌注靶区和 DWI 高信号的范围,经直线回归分析发现两者呈高度直线正相关($R^2 = 0.94, P < 0.05$)。表明子宫肌瘤 HIFU 治疗后 DWI 对消融区范围大小与增强扫描的无血流灌注区具有极高的一致性和相关性^[3]。本研究发现术后 0.5 及 24h 18 个消融灶 DWI 信号不同程度增高,其范围与增强扫描无血流灌注区基本对应,界限明确。

2. DWI 及 ADC 值在评价术后肌瘤不同区域中的价值及病理生理学基础

DWI 上高信号消融灶与等信号残留未消融灶、肌层有清楚的分界,但残留的未消融灶与肌层的分界则

无法分辨。本研究结果发现存活残留肌瘤组织的 ADC 值与消融灶的差异具有统计学意义,显示测量 ADC 值有助于增加检出消融灶的范围准确性。

DWI 具有区分存活组织和坏死组织的能力,而且还能够评价组织损伤程度。本研究 HIFU 术后早期的肌瘤消融靶区在 DWI 上的高信号主要分布于外周地带,中央部信号强度相对较低,呈较有特征性环形高信号改变,而且周边 ADC 值较中心 ADC 值下降更明显,两者差异有统计学意义。这种环形高信号在较大肌瘤上显示更加清楚,在半径 2 cm 以下的肌瘤显示就不明显。消融灶环形高信号发生的机理可能是组织损伤程度与超声能量沉积量的关系,因为局部 ADC 值下降越明显往往提示该部位肌瘤组织损伤也越严重^[4],而肌瘤后部区域是 HIFU 治疗的首先进行的区域,超声能量较多。前部区域最接近探头,前下部有膀胱尿液形成天然的声通道,造成这些区域都是能量较易的沉积地带,而中央带由于能量较少,所以损伤轻,ADC 值下降就较少。

3. 肌瘤消融灶 DWI 与 T₂WI 联合评价早期消融疗效方面的价值

研究指出 HIFU 术后治疗区大量水分丧失, T₁WI 信号升高, T₂WI 信号降低^[6]。亦有研究提出 HIFU 术后子宫肌瘤在 T₂WI 上信号变化无明显规律可循。而本组研究发现术后 0.5 及 24h 消融灶中央部分 T₂WI 信号较术前稍低,周围信号较术前增高,其中 7 个消融灶在 24h 复查时高信号范围进一步扩大。消融靶区 T₂WI 高信号说明血管源性水肿出现,组织总的水分增加,随后发生常有的消融术后组织水分渗出过程。若消融灶 DWI、T₂WI 序列均显示高信号则表明该部组织细胞由细胞水肿即将进入细胞坏死阶段。而组织细胞只有 DWI 序列高信号, T₂WI 低信号表示组织处于细胞毒性水肿期,血管源性水肿尚未出现。在 T₁WI 变化方面,国内有学者认为术后消融区 T₁WI 序列高信号是达到消融目的的标志之一,高信号体积可大致判断肌瘤的消融范围^[7]。本研究术后 18 个消融靶区有 12 个出现 T₁WI 信号增高,可能由于治疗靶区水分丧失及蛋白质发生变性所致。

综上所述,术后早期通过 DWI 的信号变化能较为准确的判断消融灶的存在及范围,ADC 值能动态反映肌瘤组织的病理变化。通过测量 ADC 值的变化有助于判断消融灶组织的范围及坏死程度。DWI 和 ADC 值是早期评价子宫肌瘤高强度聚焦超声治疗后疗效的有效手段。

参考文献:

- [1] 郑潜新,徐俊卿,任小龙,等.磁共振扩散加权成像在子宫肌瘤高能聚焦超声刀疗效监测的应用[J].实用放射学杂志,2008,24

(5):658-661.

- [2] Jacobs MA, Herskovits EH, Kim HS, et al. Uterine fibroids: diffusion-weighted MR imaging for monitoring therapy with focused ultrasound surgery preliminary study[J]. Radiology, 2005, 236(1): 196-203.
- [3] Jacobs MA, Gultekin DH, Kim HS, et al. Comparison between diffusion-weighted imaging, T₂-weighted, and postcontrast T₁-weighted imaging after MR-guided, high intensity, focused ultrasound treatment of uterine leiomyomata: preliminary results[J]. Medical Physics, 2010, 37(9): 4768-4776.
- [4] 黄力, 王秀河, 刘斯润, 等. MR 表现扩散系数图在脑梗死演变诊

断中的价值[J]. 中华放射学杂志, 2004, 38(2): 139-143.

- [5] 熊正爱, 杜永洪, 龚晓波, 等. MRI 在 HIFU 治疗后随访中的作用[J]. 重庆医科大学学报, 2005, 30(3): 452-455.
- [6] Miyake T, Sato S, Okamoto E, et al. Ferucarbotran expands area treated by radiofrequency ablation in rabbit livers[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2007, 23(1): 1-5.
- [7] 刘映江, 刘仙明, 彭松, 等. 常规 MRI 在子宫肌瘤超声消融疗效评价及随访中的价值[J]. 中国医学影像技术, 2011, 27(10): 2098-2101.

(收稿日期: 2012-02-16 修回日期: 2012-06-18)

外耳道炎症肌纤维母细胞瘤一例

• 病例报道 •

李志伟, 刘光洪

【中图分类号】R814.42; R738.7 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2012)12-1360-01

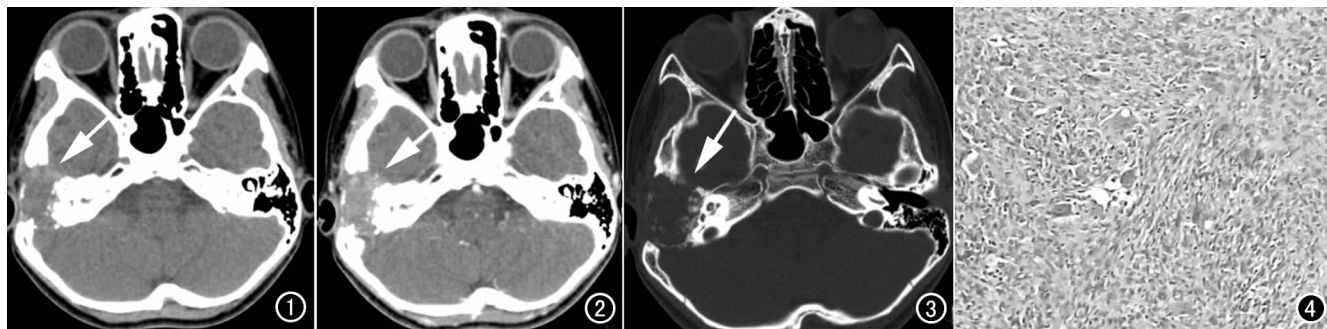


图 1 CT 平扫示右侧外耳道区、中耳区软组织密度影充填(箭),并向颅内发展。图 2 CT 增强示病灶轻度强化(箭)。

图 3 CT 骨窗示病灶呈膨胀性生长,周边不完整弧形骨包壳(箭),病灶内散在钙化灶。图 4 病理片示较致密的梭形细胞构成,纵横交织,间隙胶原纤维外,并见多核巨细胞反应($\times 100$, HE)。

病例资料 患者,男,10 岁。患者于 2 年前无明显诱因出现右耳堵塞感,未伴发热及耳内流脓。查体于右外耳道口见淡红色肉芽样肿物堵塞,右耳鼓膜未见。听觉脑干诱发电位:右耳诱发电位未引出。

影像检查:右侧外耳道区、中耳区见软组织密度影充填,平扫 CT 值约 42 HU(图 1),增强扫描 CT 值约 71 HU(图 2)。病灶膨胀性生长,骨质广泛破坏,听骨链消失。骨质破坏的边缘不规则,无明显硬化边。病灶向周围侵犯乙状窦、天盖、半规管、前庭,并向颅内发展(图 3)。手术所见:右外耳道、乳突、上鼓室、中下鼓室肉芽样组织,侵犯乙状窦、天盖、半规管、前庭。病理:(右耳乳突)破碎组织一堆,总体积 $3\text{ cm} \times 2.5\text{ cm} \times 2\text{ cm}$,切面灰白、灰黄,部分质较韧。镜下:见被覆复层鳞状上皮的皮肤组织,上皮深部为瘤组织,部分表面有溃疡形成,为炎性肉芽组织;深部为瘤组织,由较致密的梭形细胞构成,纵横交织,其间隙见胶原纤维外,有较多炎细胞包括淋巴细胞、嗜酸性粒细胞、浆细胞浸润;并见局灶性钙化、骨化及多核巨细胞反应。免疫组化:瘤组织 vim(+),CD68 灶性多核巨细胞(+),CK、EMA、S-100、CD34、SmA、Desmin 均(-)。诊断:右外耳道炎症肌纤维母细胞瘤,伴表面溃疡肉芽组织形成。

讨论 炎症肌纤维母细胞瘤(IMT)曾被称为炎性假瘤、浆

细胞肉芽肿等,2002 年 WHO 软组织肿瘤国际组织学分类正式将其命名为炎性肌纤维母细胞瘤。定义为由分化的肌纤维母细胞性梭形细胞组成,常伴大量浆细胞和或淋巴细胞的一种肿瘤。IMT 属交界性肿瘤,好发于儿童及年轻人,平均年龄 10 岁^[1]。IMF 一般表现为占位性膨胀软组织影,密度不均,或伴钙化^[2]。发生于外耳道的 IMF 需要和外耳道鳞癌、腺癌、胆脂瘤等鉴别。外耳道鳞癌、腺癌一般发病年龄较大,郑梅竹等^[3]统计 17 例外耳道鳞癌和腺癌,患者年龄分别为 48~85 岁和 46~55 岁。胆脂瘤亦可见于儿童及青年人,但骨质破坏的边缘一般较规整,有时可见硬化边。确诊有赖于病理学检查。

参考文献:

- [1] Fletcher CDM, Unni KK, Mertens F. WHO classification of tumors, pathology and genetic of tumors of soft tissue and bone [M]. Lyon, IARC Press, 2002: 91-93.
- [2] Horger M, Pfannenberger C, Bitzer M, et al. Synchronous gastrointestinal and musculoskeletal manifestations of different subtypes of inflammatory myofibroblastic tumor: CT, MRI and pathological features[J]. Eur Radiol, 2005, 15(8): 1713-1716.
- [3] 郑梅竹, 夏爽, 祁吉. 外耳道鳞状细胞癌及腺癌的影像学及临床特征[J]. 放射学实践, 2011, 26(3): 367-370.

(收稿日期: 2011-10-19)

作者单位: 570102 海口, 海南省人民医院放射科

作者简介: 李志伟(1985-), 男, 江西南昌人, 硕士, 主要从事骨关节疾病研究工作。