

• 非血管介入 Non-vascular intervention •

磁共振弥散加权成像观察胰腺癌冷冻术后
近期疗效的应用价值

李忠海, 曾健滢, 陈梓晴, 李建男, 张利, 牛立志, 徐克成

【摘要】 目的 探讨采用磁共振弥散加权成像(MRI-DWI)评估胰腺癌冷冻术后肿瘤坏死及肿瘤残存的应用价值。**方法** 对接受冷冻治疗的 26 例胰腺癌患者行 T₁WI、T₂WI 常规 MRI 平扫、DWI 序列及动态增强扫描。观察胰腺癌冷冻前后 MRI 信号改变。测量并比较正常胰腺、术前肿瘤组织及术后残存、坏死组织的表现弥散系数(ADC)值。评价肿瘤组织 ADC 值与肿瘤大小的相关性,不同肿瘤直径、肿瘤位置及分期表现 ADC 值的差异。**结果** 26 例患者中 16 例肿瘤完全坏死,冷冻坏死的胰腺肿瘤组织在 T₁WI 图像上呈低信号,T₂WI 呈高信号,DWI 呈低信号,动态增强无强化。活性肿瘤组织残留 9 例(其中 7 例肿瘤直径>5.0 cm),残留率为 34.6%。ADC 值由低到高依次为:术前胰腺肿瘤组织(1.022 ± 0.126) $\times 10^{-3}$ mm²/s、术后残存肿瘤组织(1.130 ± 0.155) $\times 10^{-3}$ mm²/s、正常胰腺组织(1.924 ± 0.124) $\times 10^{-3}$ mm²/s 及术后坏死组织(2.312 ± 0.214) $\times 10^{-3}$ mm²/s。术前胰腺肿瘤组织 ADC 值与术后残存肿瘤组织相比,差异无统计学意义($P=0.452$),与正常胰腺组织、术后坏死组织相比,差异有显著统计学意义($P<0.001$)。胰腺肿瘤 ADC 值与肿瘤大小呈负相关($R=-0.43, P=0.027 2$),与肿瘤位置、肿瘤分期无关($P=0.738 8, P=0.089 5$)。**结论** DWI 能有效鉴别胰腺癌冷冻治疗后的病灶坏死及残存,为进一步临床诊治提供依据。

【关键词】 磁共振弥散加权成像;表观弥散系数;胰腺癌;冷冻消融

中图分类号:R735.8 文献标识码:A 文章编号:1008-794X(2017)-02-0142-05

Clinical application of MR diffusion-weighted imaging in evaluating the short-term curative effect of cryoablation for pancreatic carcinoma LI Zhonghai, ZENG Jianying, CHEN Ziqing, LI Jiannan, ZHANG Li, NIU Lizhi, XU Kecheng Ulanhot Municipal People's Hospital, Ulanhot, Xing'an Meng, Inner Mongolia Autonomous Region 137400, China

Corresponding author: XU Kecheng, E-mail: kzgdo-01@163.com

【Abstract】 Objective To discuss the clinical value of magnetic resonance diffusion-weighted imaging (MR-DWI) in distinguishing tumor remnants from tumor necrosis of pancreatic carcinoma after cryoablation treatment. **Methods** Conventional MRI T₁WI, T₂WI scan, DWI sequence and dynamic enhanced MRI scan were performed in 26 patients with pancreatic carcinoma who were received cryoablation treatment. The changes in MRI signals after cryoablation treatment were recorded. The apparent diffusion coefficient (ADC) values of the normal pancreas, preoperative tumor tissue, postoperative remnants and necrosis tissue were calculated, and the results were compared. The correlation between the ADC values and the size of the tumor was evaluated, and the differences in ADC values among the tumors that had different diameter, location and staging were statistically analyzed. **Results** Of the 26 patients, complete necrosis of tumor was obtained in 16. The necrotic tumor tissue displayed low-signal on T₁WI, high-signal on T₂WI and low-signal on DWI, with no enhancement on dynamic enhanced imaging. Active residual tumor tissue was detected in 9 patients, among them the residual tumor diameter >5 cm was seen in 7 patients; the residual rate was 34.6%. ADC values of the following tissue, from low to high in order, were preoperative pancreatic tumor tissue ($1.022\pm$

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2017.02.011

基金项目:广州市天河区科技计划项目(201504KW013)

作者单位:137400 内蒙古兴安盟 乌兰浩特市人民医院(李忠海、张利);暨南大学医学院附属复大肿瘤医院(曾健滢、陈梓晴、牛立志、徐克成);吉林大学第二医院(李建男)

通信作者:徐克成 E-mail: kzgdo-01@163.com

$0.126) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, postoperative residual tumor tissue $(1.130 \pm 0.155) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, normal pancreatic tissue $(1.924 \pm 0.124) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ and postoperative necrosis tissue $(2.312 \pm 0.214) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. No statistically significant difference in ADC values existed between preoperative pancreatic tumor tissue and postoperative residual tumor tissue ($P=0.452$), while statistically significant difference in ADC values existed between normal pancreatic tissue and postoperative necrosis tissue ($P<0.001$). The ADC values of pancreatic tumor tissue bore a negative correlation with the tumor size ($R=-0.43$, $P=0.027\ 2$), while the ADC values lacked the relationship to the tumor location as well as to the tumor staging ($P=0.738\ 8$ and $P=0.089\ 5$ respectively).

Conclusion MR-DWI can effectively distinguish the residual tumor tissue from the necrotic tumor tissue of pancreatic carcinoma after cryoablation treatment, which provides reliable basis for further clinical diagnosis and treatment. (J Intervent Radiol, 2017, 26: 142-146)

[Key words] magnetic resonance diffusion-weighted imaging; apparent diffusion coefficient; pancreatic carcinoma; cryoablation

胰腺癌是中国十大常见肿瘤之一^[1],恶性程度极高,5 年的生存率仅为 3%~5%^[2]。外科手术是目前治疗胰腺癌的主要手段,但大部分胰腺癌患者在发现肿瘤时已出现多脏器或远处转移,失去手术机会;此外,由于胰腺解剖位置的关系,适合手术切除的患者仅有 15%~20%^[3]。近年来,微创外科和肿瘤局部治疗的兴起为胰腺癌治疗开辟了新的方向,其中,氩氦刀冷冻治疗具有微创,对大血管损伤轻微,可在 CT 监视下精确消融以及可激活抗肿瘤免疫,增强机体免疫力及延长生存期等优点,已经逐渐成为无法切除中晚期胰腺癌的一种治疗选择^[3]。磁共振弥散加权成像(MR-DWI)是一种功能性成像技术,其对水分子弥散运动十分敏感,它通过检测生物组织内水分子的运动状态变化,得到各组织的表观弥散系数(ADC),进而评估组织细胞的成分和完整性,提供病变中组织学改变的信息^[4-5]。目前,DWI 技术常被应用于胰腺癌的临床诊断及鉴别。本研究旨在通过采用 DWI 技术观察胰腺癌冷冻前、术后消融区信号及 ADC 值的变化,探讨采用 DWI 技术评估胰腺癌冷冻术后短期疗效的应用价值。

1 材料与方法

1.1 研究对象

研究对象为自 2014 年 11 月至 2016 年 1 月复大肿瘤医院收治接受氩氦刀冷冻治疗的 26 例不可手术切除胰腺癌患者。26 例中男 15 例,女 11 例,年龄 35~80 岁,平均 55 岁。其中胰头癌 18 例,胰体尾癌 8 例,肿瘤直径为 2.7~7.5 cm,平均 (5.0 ± 1.5) cm。根据美国 AJCC 分期:ⅡB 期 2 例、Ⅲ期 7 例及Ⅳ期 17 例。所有患者均经病理检查确认为胰腺导管腺癌且为首次接受冷冻治疗。患者冷冻术前签署知情同意书并获医院伦理委员会批准。排除肿瘤内有明显

液化坏死病例,同时选取 12 例体检健康无胰腺疾病志愿者作为对照。

1.2 方法

1.2.1 MR 检查方法 所有病例均采用 1.5 T (Magnetom avanto,德国西门子)超导性 MR 成像仪扫描。采集线圈:体部 8 通道相控阵列线圈。检查前对患者进行屏气及自由呼吸训练。所有患者行 T₁WI、T₂W 常规 MR 平扫及 DWI 序列扫描,然后再行动态增强扫描。T₁WI 分别采用梯度回波快速小角度(FLASH)及梯度回波容积插值屏气(VIBE)增强扫描,扫描参数:TR2 000 ms,TE4.72 ms,层厚 6.0 mm,间距 1.26 mm,层数 32 层。T₂WI 采用刀锋伪影校正(TSE BLADE)+脂肪抑制(SPAIR)序列,扫描参数:TR2200 ms,TE90 ms,层厚 6.0 mm,间距 1.20 mm,层数 32 层。DWI 采用自旋回波-回波平面成像(SE-EPI)+脂肪抑制(SPAIR)序列,横断面扫描,在自由呼吸下采用导航回波技术扫描。扫描参数:TR1 500 ms,TE79 ms,层厚 6.0 mm,层间距 1.2 mm,层数 32,FOV:285 mm×380 mm,矩阵:115×192,采集频带 1502 kHz/像素,激励次数 1。选取 3 种不同的弥散系数组合成像,b 值设置为分别为 50、400 和 800 s/mm²。

1.2.2 图像处理及评估方法 将 b=50、400 和 800 s/mm² DWI 序列加载仪器自带工作站软件进行后处理,重建 ADC 图并测量 ADC 值。根据 T₂WI 或 CT 图像划定界限,在瘤体实质部最大范围地人工选取感兴趣区(ROI),3 次测量 ADC 值并计算平均值,注意避开胰管和囊性病变区域。肿瘤坏死判定标准为术后肿瘤组织动态增强无强化。冷冻术后残留肿瘤是指术后首次影像学随访时在消融区边缘发现的残留肿瘤^[6]。

1.2.3 氩氦刀冷冻治疗 冷冻术使用氩氦刀冷冻

外科系统(Cryo-Hit™,以色列伽利略公司)和直径为 1.4 mm 的冷冻探针。在 CT 引导下将冷冻探针插入胰腺肿瘤,当探针尖端到达肿瘤远端边缘 0.5 cm 处时,开启氩氮刀冷冻外科系统输入氩气,冷冻 10 min 或 15 min($-160^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$),冰球形成并覆盖肿瘤,氩气停输后改输氮气复温 3~5 min($25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$),为一个冷冻-复温循环,待 2、3 次循环结束后拔针结束治疗。

1.3 统计学分析

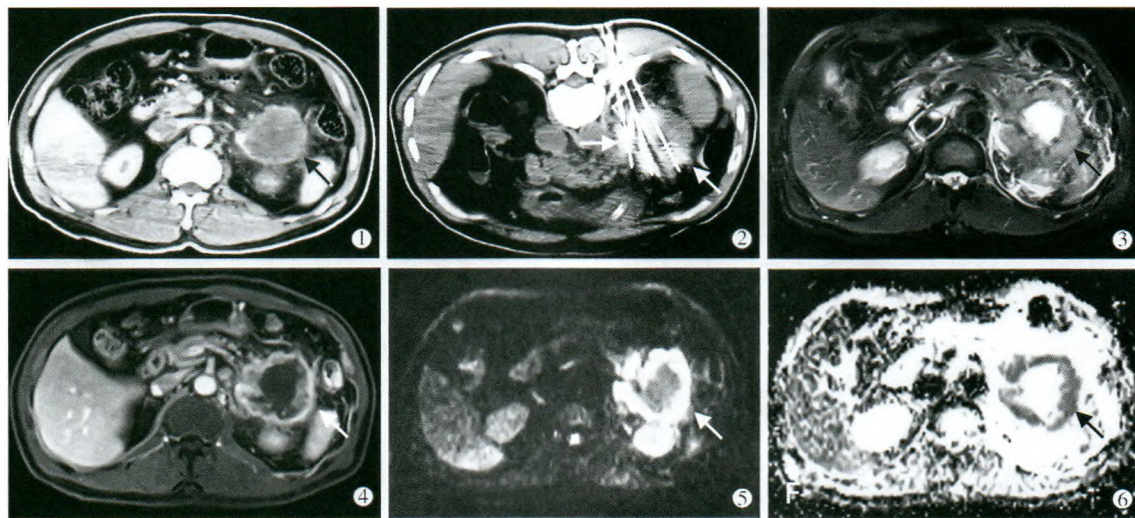
采用美国 GraphPad Prism 5.0 软件对数据进行处理,计量资料用($\bar{x}\pm s$)表示。采用 Mann-Whitney 检验比较正常胰腺、肿瘤组织及冷冻术后残存、坏死组织的 ADC 值,并比较不同直径、分期、位置肿瘤

组织 ADC 值。采用线性回归(linear regression)分析肿瘤大小对肿瘤组织 ADC 值影响。 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 胰腺癌冷冻前后 MRI 表现

胰腺癌冷冻术后中位 MRI 检查时间为 23~57 d, (29.4 ± 9.6) d。与对照组正常胰腺组织相比,治疗前胰腺肿瘤组织在 $T_1\text{WI}$ 图中呈稍低信号, $T_2\text{WI}$ 呈稍高且不均匀信号, DWI 呈高信号、动态增强时肿瘤组织不均匀强化。冷冻坏死的胰腺肿瘤组织在 $T_1\text{WI}$ 图中呈低信号, $T_2\text{WI}$ 呈高信号, DWI 呈低信号。动态增强无强化(图 1)。



患者男, 57 岁 ①术前增强 CT 示胰尾部形态膨隆, 呈肿块状改变, 大小 $7.5\text{ cm}\times 5.6\text{ cm}$; ②术中 CT 示 3 支冷冻探针插入瘤体冷冻(右箭头表示肿瘤位置, 左箭头表示冷冻探针); ③术后 35 d, $T_2\text{WI}$ 示肿块中心呈高信号, 边缘呈稍高混杂信号; ④术后 35 d 增强后 $T_1\text{WI}$ 示环形强化, 中心坏死区无明显强化; ⑤b 值为 800 s/mm^2 时, 术后 35 d DWI 显示肿块中心呈稍低信号, 边缘呈高信号; ⑥术后 35 d ADC 图示肿块中心呈高信号, ADC 值为 $2.208\times 10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$, 边缘呈低信号, ADC 值为 $0.932\times 10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$

图 1 胰尾肿瘤冷冻术前、后 MR 检查

结果显示 26 例患者中有 17 例肿瘤完全坏死, 9 例怀疑有活性肿瘤组织残留, 残留率为 34.6%。残留肿瘤部位在胰头 6 例(23.1%)、胰体尾 3 例(11.5%)。2 例瘤体直径 $> 3.0\sim 5.0\text{ cm}$ (7.7%), 7 例瘤体直径 $> 5.0\text{ cm}$ (26.9%)。

对报告残留的 9 例肿瘤均行二次冷冻, 术中取活检组织送病理检查, 回报结果证实: 冷冻术后大片胰腺肿瘤组织坏死, 局部残留活性肿瘤组织, 与 MR 检查结果一致(图 2)。其余 17 例患者均获术后随访, 平均随访(6.3 ± 1.8)个月, 未见肿瘤复发。

2.2 冷冻术前、后 ADC 值改变

b 值 = 800 s/mm^2 时, 正常胰腺组织为 $(1.924\pm 0.124)\times 10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$, 胰腺肿瘤 ADC 值为 $(1.022\pm 0.126)\times 10^{-3}\text{ mm}^2/\text{s}$, 两者相比, 差异有显著统计学意

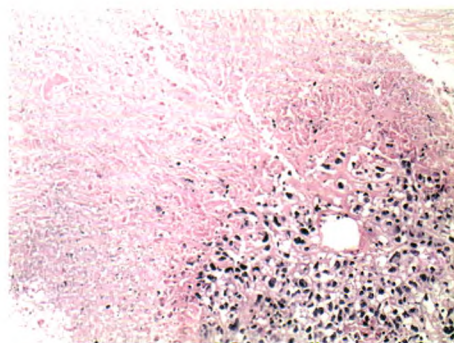
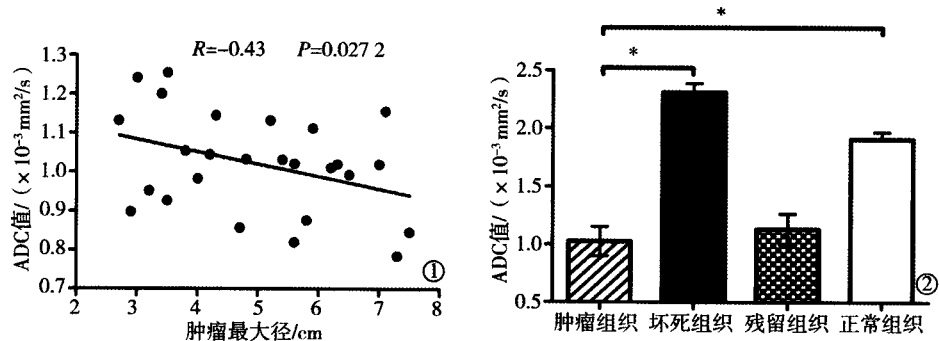


图 2 冷冻术后局部胰腺癌组织残留(HE, 400×)

义($P<0.001$, 图 3)。胰腺肿瘤 ADC 值与肿瘤大小呈负相关($R=-0.43$, $P=0.027$, 图 3), 并与肿瘤不同直径范围有关, 与肿瘤分期、位置无关(表 1)。



①肿瘤大小对肿瘤组织 ADC 值的影响；②冷冻术前肿瘤组织与正常胰腺组织、术后坏死及残留组织 ADC 值的比较

注：* 示两者比较，差异有显著统计学意义($P<0.001$)

图 3 胰腺癌大小与 ADC 值的相关性及冷冻前后 ADC 值的比较

表 1 胰腺癌一般特征与 ADC 值的相关性 n=26			
参数	例数/n	ADC 值/($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)	P 值
直径/cm			
>3.0, ≤5.0	14	1.071±0.119	0.047 6
>5.0	12	0.974±0.116	
位置			
胰头	18	1.035±0.132	0.738 8
胰体尾	8	1.008±0.117	
AJCC 分期			
ⅡB、Ⅲ	9	1.094±0.136	0.089 5
Ⅳ	17	0.991±0.107	

经冷冻治疗后，肿瘤坏死区测得 ADC 值为 $(2.312\pm0.214)\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ，与术前肿瘤组织相比，差异有显著统计学意义($P<0.001$)。残存肿瘤组织 ADC 值为 $(1.131\pm0.155)\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ，与术前肿瘤组织相比，差异无统计学意义($P=0.452$ ，图 3②)。

3 讨论

胰腺癌是消化系统常见的恶性程度很高的肿瘤，进展快，病程短，大多数患者发现肿瘤时往往已经失去最佳根治性切除时机，需要采用姑息疗法。

冷冻消融通过物理杀伤、微血管栓塞以及冷冻后免疫作用三大机制灭活肿瘤组织，该疗法适用于治疗侵犯重要血管、无法手术切除的胰腺肿瘤以及不能耐受手术、放疗疗效不佳的胰腺癌患者，并可有效缓解因肿瘤侵犯腹腔神经丛引起的癌痛，该技术已经逐渐成为无法切除的中晚期胰腺癌的一种有效治疗手段^[7-8]。因此，评估胰腺癌冷冻治疗术后是否有肿瘤组织残存对下一步治疗计划的制定有着至关重要的作用。当前临床上用于胰腺癌评价的影像学诊断主要包括 CT、MRI 及 PET-CT。由于成像原理的不同，它们各有利弊^[9-10]。DWI 是一种对水分子的布朗运动十分敏感的技术，通过对不同组织中水的 ADC 的检测，进而提供组织细胞的结构

和细胞膜完整性的信息^[11]，这种由于活性肿瘤与坏死组织之间细胞膜结构差别所产生的 ADC 值差异，提示 DWI 有可能早期发现反映肿瘤治疗前后内部微观结构改变的信息。目前，DWI 在临床上已广泛应用于神经系统疾病的诊断及鉴别诊断^[12]，随着 MR 技术的发展，其在体部检查方面的应用逐渐增多^[13-15]，在胰腺癌方面，DWI 主要应用于胰腺癌诊断和鉴别^[16-19]以及疗效评估的临床前研究^[20]，但利用 DWI 对胰腺癌冷冻治疗的术后评估还未见报道。

通过研究结果发现：冷冻坏死的胰腺肿瘤组织在 DWI 呈低信号，ADC 值显著高于术前肿瘤组织。这可能是由于冷冻时肿瘤内外形成冰晶、导致细胞膜破裂、崩解、大量细胞内液漏出，组织间隙扩大，使细胞外水分子自由弥散增加，因此在 DWI 图像上产生低信号，ADC 值较高^[21-22]。术后残存肿瘤组织 ADC 较低，这可能是由于残存的肿瘤组织细胞密度，核质比相对于正常的胰腺组织和坏死的肿瘤组织细胞密度高，细胞膜的通透性较低，细胞外水的黏滞度较高，进而会在 DWI 图像上产生高信号，ADC 值较低。其次，根据活检结果，DWI 图像结合 ADC 值对胰腺癌冷冻治疗后肿瘤组织坏死与残存的判定准确率达到百分之百，表明 DWI 对胰腺癌冷冻治疗后的短期疗效参考价值较高。

此外，本研究还显示经过初次冷冻治疗后，9 个经 DWI 复查可疑有肿瘤组织残存的病灶中，以位于胰头、肿瘤直径 $>5.0 \text{ cm}$ 的大肿瘤的残存率较高^[6]。考虑原因是：①胰腺肿瘤多发于胰头；②冷冻消融区范围应超过肿瘤边缘 $0.5\sim1.0 \text{ cm}$ 以保证肿瘤细胞灭活^[23]。对于位于胰头、形状不规则、直径较大且与重要血管毗邻的胰腺肿瘤，一次冷冻术难以确保冰球覆盖靶区，又将并发症控制在可接受的范围内；③对直径 $>5.0 \text{ cm}$ 的胰腺肿瘤，一次性大范围冷冻

消融可能引起瘤细胞的大量崩解,其细胞内容物和代谢产物被释放入血引起融瘤综合征。因此,胰腺冷冻治疗计划可考虑多次接受冷冻或联合 ^{125}I 粒子植入以保证冷冻术的安全及疗效^[22]。除此以外,本研究还发现胰腺肿瘤 ADC 值与肿瘤大小有关,与 Hayano 等^[24]研究报道结果一致,但其机制尚未明确。

值得指出的是,在微创肿瘤消融领域,局部肿瘤进展是指通过至少一次术后影像学研究成果证实靶区完全消融,且肿瘤及消融边缘周围组织活性消失后在消融区边缘产生的肿瘤^[6]。鉴于本研究入组患者均为首次接受冷冻,且观察对象为术后近期、初次影像学检查发现的消融区边缘残留肿瘤,故本次 MRI 检查对象不考虑复发肿瘤组织。

综上所述,由于胰腺癌冷冻术后坏死肿瘤组织的 ADC 值显著大于残存肿瘤组织的 ADC 值,且在 DWI 图像上呈典型高信号,因此,可以通过 MRI-DWI 获取的信号以及 ADC 值对胰腺癌冷冻术后残存肿瘤组织与坏死组织进行辅助鉴别诊断,为下一步临床治疗提供参考。

[参考文献]

- [1] Chen W, Zheng R, Baade PD, et al. Cancer statistics in China, 2015[J]. CA Cancer J Clin, 2016, 66: 115-132.
- [2] Espey DK, Wu XC, Swan J, et al. Annual report to the nation on the status of cancer, 1975-2004, featuring cancer in American Indians and Alaska Natives[J]. Cancer, 2007, 110: 2119-2152.
- [3] Bilimoria KY, Bentrem DJ, Ko CY, et al. Validation of the 6th edition AJCC Pancreatic Cancer Staging System; report from the National Cancer Database[J]. Cancer, 2007, 110: 738-744.
- [4] Vossen JA, Buijs M, Kamel IR. Assessment of tumor response on MR imaging after locoregional therapy[J]. Tech Vasc Interv Radiol, 2006, 9: 125-132.
- [5] Iannicelli E, Di Pietropaolo M, Pilozi E, et al. Value of diffusion-weighted MRI and apparent diffusion coefficient measurements for predicting the response of locally advanced rectal cancer to neoadjuvant chemoradiotherapy[J]. Abdom Radiol (NY), 2016, 41: 1906-1917.
- [6] Ahmed M, Technology Assessment Committee of the Society of Interventional Radiology. Image-guided tumor ablation: standardization of terminology and reporting criteria: a 10-year update: supplement to the consensus document[J]. J Vasc Interv Radiol, 2014, 25: 1706-1708.
- [7] Gage AA, Baust J. Mechanisms of tissue injury in cryosurgery[J]. Cryobiology, 1998, 37: 171-186.
- [8] Niu L, Chen J, He L, et al. Combination treatment with comprehensive cryoablation and immunotherapy in metastatic pancreatic cancer[J]. Pancreas, 2013, 42: 1143-1149.
- [9] Boll DT, Merkle EM. Differentiating a chronic hyperplastic mass from pancreatic cancer: a challenge remaining in multidetector CT of the pancreas[J]. Eur Radiol, 2003, 13: M42-M49.
- [10] 池琦, 吴恩余, 张玲玲, 等. 胰腺癌的影像学进展[J]. 中国老年学杂志, 2013, 33: 3542-3544.
- [11] 袁正, 许立超, 叶晓丹, 等. MR 扩散加权成像在肝癌介入治疗后随访中的图像评价[J]. 放射学实践, 2009, 24: 1223-1227.
- [12] Cercignani M, Horsfield MA. The physical basis of diffusion-weighted MRI[J]. J Neurol Sci, 2001, 186(Suppl 1): S11-S14.
- [13] Eccles CL, Haider EA, Haider MA, et al. Change in diffusion-weighted MRI during liver cancer radiotherapy: preliminary observations[J]. Acta Oncol, 2009, 48: 1034-1043.
- [14] 徐光如, 张明辉, 朱红星, 等. 磁共振 ADC 值评价肝硬化合并肝癌介入治疗后肝功能储备的初步研究[J]. 介入放射学杂志, 2013, 22: 36-39.
- [15] Kizildag Yirgin I, Arslan G, Ozturk E, et al. Diffusion weighted Mr imaging of breast and correlation of prognostic factors in breast cancer[J]. Balkan Med J, 2016, 33: 301-307.
- [16] 丁庆国, 陆志华, 贾传海, 等. 磁共振扩散加权成像对胰腺癌的诊断价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2012, 23: 358-360.
- [17] 李文娣, 袁曙光, 闫东, 等. DWI 对胰腺癌的诊断价值[J]. 放射学实践, 2009, 24: 59-61.
- [18] 吴灵捷. DWI 在胰腺癌诊断及鉴别诊断中的应用进展[J]. 放射学实践, 2013, 28: 898-900.
- [19] 李文娣. DWI 及 ADC 值对胰腺癌诊断价值的研究[D]. 昆明: 昆明医学院, 2008: 1-54.
- [20] 宋琦, 刘玉, 胡曙东, 等. 磁共振弥散加权成像在 ^{125}I 粒子组织间植入治疗胰腺癌疗效评估中的应用[J]. 介入放射学杂志, 2012, 21: 492-497.
- [21] Kamel IR, Bluemke DA, Ramsey D, et al. Role of diffusion-weighted imaging in estimating tumor necrosis after chemoembolization of hepatocellular carcinoma[J]. AJR Am J Roentgenol, 2003, 181: 708-710.
- [22] Niu X, Das SK, Bhetuwal A, et al. Value of diffusion-weighted imaging in distinguishing pancreatic carcinoma from mass-forming chronic pancreatitis: a meta-analysis[J]. Chin Med J (Engl), 2014, 127: 3477-3482.
- [23] Xu KC, Niu LZ, Hu YZ, et al. A pilot study on combination of cryosurgery and ^{125}I iodine seed implantation for treatment of locally advanced pancreatic cancer[J]. World J Gastroenterol, 2008, 14: 1603-1611.
- [24] Hayano K, Miura F, Amano H, et al. Correlation of apparent diffusion coefficient measured by diffusion-weighted MRI and clinicopathologic features in pancreatic cancer patients[J]. J Hepatobiliary Pancreat Sci, 2013, 20: 243-248.

(收稿日期:2016-04-30)

(本文编辑:俞瑞纲)