

· 临床研究 ·

DWI-MRI 对区分中央型肺癌与阻塞性肺不张的价值

谢青, 任彤, 孙梅, 丁以艳

南京医科大学附属脑科医院(胸科院区)放射科, 江苏 南京 210029

摘要: **目的** 通过磁共振扩散加权成像(DWI)、T2WI、T1WI 各序列和增强 CT 的比较,探讨 DWI 对于区分中央型肺癌与阻塞性肺不张的价值。**方法** 对 2015 年 3 月至 2017 年 12 月收治的 48 例中央型肺癌合并阻塞性肺不张的患者行胸部 MRI 及增强 CT 扫描, MRI 扫描序列包括:T1WI-Vibe、T2WI-HASTE、DWI($b = 50, 800 \text{ s/mm}^2$)。分析中央型肺癌合并肺不张的 MRI 各序列信号特点和增强 CT 表现,测量 DWI 和 T2WI 的信号强度、计算图像的对比噪声比,并测量肿瘤与肺不张的 ADC 值。**结果** 48 例图像均能满足诊断需要。DWI 对肿瘤与肺不张的区分能力明显高于 T1WI 及 CT 增强($P < 0.01$)。DWI 与 T2WI 序列的区分能力无统计学差异($P > 0.05$)。DWI 联合 T2WI 能对 43 例肿瘤与肺不张进行区分,区分能力高于 T2WI($P < 0.01$),亦高于 DWI 单独使用,但差异无统计学意义($P > 0.05$);DWI 图像的对比噪声比高于 T2WI,瘤体的 DWI 信号强度高于肺不张,瘤体的 ADC 值低于肺不张($P < 0.01$)。**结论** 通过评价 DWI 信号特点和 ADC 值的测量,DWI 联合 T2WI 序列有助于中央型肺癌肿瘤与阻塞性肺不张的区分。

关键词: 磁共振成像; 扩散加权成像; 中央型肺癌; 增强 CT; 阻塞性肺不张

中图分类号: R 734.2 R 563.2 文献标识码: B 文章编号: 1674-8182(2020)08-1097-04

DWI-MRI in distinguishing central lung cancer from obstructive atelectasis

XIE Qing, REN Tong, SUN Mei, DING Yi-yan

Department of Radiology, Affiliated Brain Hospital (Chest Hospital) of Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu 210029, China

Corresponding author: DING Yi-yan, E-mail: qingqing4243@sina.com

Abstract: Objective To investigate the value of diffusion weighted imaging magnetic resonance imaging (DWI-MRI), T1-weighted images (T1WI), T2-weighted images (T2WI) and contrast-enhanced CT in differentiating central lung cancer from obstructive atelectasis. **Methods** From March 2015 to December 2017, 48 patients with central lung cancer complicated with obstructive pulmonary atelectasis underwent chest MRI [including T1WI-Vibe, T2WI-HASTE and DWI ($b = 50, 800 \text{ s/mm}^2$)] and enhanced CT scanning. The signal intensity of DWI and T2WI, contrast-to-noise ratio (CNR) and apparent diffusion coefficient (ADC) value were measured to analyze the characteristics of MRI sequences and enhanced CT scanning of central lung cancer with atelectasis. **Results** All images met the needs of diagnosis in 48 patients. The differentiation ability of DWI was significantly superior to that of T1WI and contrast-enhanced CT in distinguishing tumor from atelectasis ($P < 0.01$), and there was no significant difference in it between DWI and T2WI ($P > 0.05$). The differentiation ability of DWI combined with T2WI was statistically better than that of T2WI ($P < 0.01$) and was slightly higher than that of DWI alone ($P > 0.05$). CNR of DWI was higher than that of T2WI, and the mean signal intensity of tumors was higher than that of atelectasis on DWI images ($P < 0.01$). Mean ADC value of tumor was significantly lower than that of atelectasis ($P < 0.01$). **Conclusion** Through the evaluation of DWI signal characteristics and ADC value measurement, DWI combined with T2WI sequence is helpful to distinguish central lung cancer from obstructive pulmonary atelectasis.

Key words: Magnetic resonance imaging; Diffusion-weighted imaging; Central lung cancer; Contrast-enhanced CT; Obstructive atelectasis

中央型肺癌阻塞支气管会导致局部肺不张,由于不张肺组织的机化、纤维化或粘连,CT 扫描常难以将肿瘤与肺不张区分开,给穿刺活检、放疗靶区勾画带

来一定的困难。随着磁共振技术的飞速发展,扩散加权成像(DWI)从中枢神经系统到体部脏器均得以应用^[1-3],在肺部的应用也受到关注^[4-5]。笔者将 DWI

序列及 MRI 常规序列与增强 CT 进行对照,探讨 DWI 用于中央型肺癌的肿瘤与阻塞性肺不张区分的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集我院 2015 年 3 月至 2017 年 12 月的 48 例中央型肺癌合并肺不张患者的胸部 MRI 检查资料。女性 15 例,男 33 例,年龄 27 ~ 79 岁。所有病例经纤维支气管镜或穿刺活检病理证实:鳞状细胞癌 28 例,腺癌 10 例,小细胞癌 9 例,腺鳞癌 1 例。病例入组标准:(1)均经病理确诊为肺癌;(2)胸部 CT 增强显示肺癌合并肺不张;(3)患者检查前未接受放疗、化疗或其他抗肿瘤治疗;(4)能配合完成检查;(5)无核磁共振检查禁忌证。

1.2 MRI 扫描方法 采用西门子 Verio 3.0T 超导磁共振成像仪,8 通道体部相控阵线圈。患者取仰卧位,扫描前训练患者吸气末屏气。所有病例均进行 T1WI、T2WI、DWI 序列扫描,采用呼吸门控。(1)T1WI-Vibe 成像参数:TR 3.73ms,TE 1.26 ms,激励次数(NEX)1,层厚 2 mm,视野(FOV)380 mm;(2)T2-HASTE 成像参数:TR 1400 ms,TE 93 ms,NEX 2,层厚 5 mm,FOV 340 mm;(3)DWI 序列成像参数:采用单次激发 SS-EPI 序列,TR 1900 ms,TE 73 ms,NEX 4,层厚 5 mm,层间距 0.5 mm,FOV 380 mm,扩散敏感系数 b 值取 50 s/mm²、800 s/mm²,并行采集空间敏感性编码技术。

1.3 增强 CT 扫描方法 所有病例均采用西门子 64 排螺旋 CT 行单期增强扫描。用高压注射器经肘正中静脉注射非离子型对比剂,1.5 ml/kg,流速 2.5 ml/s。采用团注触发扫描,触发阈值为 100 Hu,螺距 1.1 ~ 1.3,层厚 1 mm 重建横轴位图像。

1.4 图像分析 由两位经验丰富的高年资诊断医师分别阅片,分析中央型肺癌伴阻塞性肺不张的 CT 及 MRI 影像学表现,有分歧时协商确定。肿瘤与阻塞性肺不张的区分标准:增强 CT 显示肿瘤组织与不张肺组织强化程度不同,则认为肿瘤与肺不张可区分;MRI 图像上肿瘤与肺不张信号强度有差别,或能显示不张肺组织内近端截断的支气管结构,则判定该序列能区分肿瘤与不张肺组织。

分别在 T2WI 及 DWI 序列($b = 800 \text{ s/mm}^2$)测量肿瘤与肺不张的信号强度及背景噪声标准差。感兴趣区(ROI)为近似圆形,在肿块与肺不张并存或邻近的层面测量,避开液化坏死区、管状结构以及伪影。测量 3 次,取其平均值作为该 ROI 的信号强度值;用同样的方法在 ADC 图上测量肿瘤与肺不张的

ADC 值。

采用公式计算肿瘤与肺不张的对比噪声比(contrast noise ratio, CNR)。CNR = $(S_{\text{不张}} - S_{\text{瘤}}) / SD$ 。其中 $S_{\text{不张}}$ 为阻塞性肺不张的信号强度, $S_{\text{瘤}}$ 为肿瘤的信号强度,SD 为背景噪声标准差。

1.5 统计学方法 使用 SPSS 23.0 软件进行统计分析,各成像序列间区分能力的比较采用四格表 χ^2 检验;T2WI 与 DWI 图像的 CNR 比较采用配对 t 检验;肿瘤与肺不张 DWI 信号强度及 ADC 值的比较采用非参数检验(Mann-whitney U 检验)。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 MRI 各序列的影像表现及区分能力 48 例中央型肺癌 MRI 各序列的影像表现:T1WI 序列大多表现为肿瘤与肺不张均呈等信号,42 例无法区分。DWI 对肿瘤与肺不张的区分能力明显高于 T1WI 及 CT 增强($P < 0.01$)。DWI 与 T2WI 序列的区分能力无统计学差异($P > 0.05$)。DWI 联合 T2WI 能对 43 例肿瘤与肺不张进行区分,区分能力高于 T2WI($P < 0.01$),稍高于 DWI 单独使用,但差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。T2WI 序列上 28 例肿瘤呈低信号、肺不张呈较高信号(图 1);3 例肺不张内见近端阻塞的支气管腔内黏液栓形成 T2WI 呈明显高信号(图 2),肿瘤境界可见。DWI 序列上 38 例肿瘤呈明显高信号,肺不张呈等或稍低信号,能区分肿瘤与肺不张(图 1、图 2)。

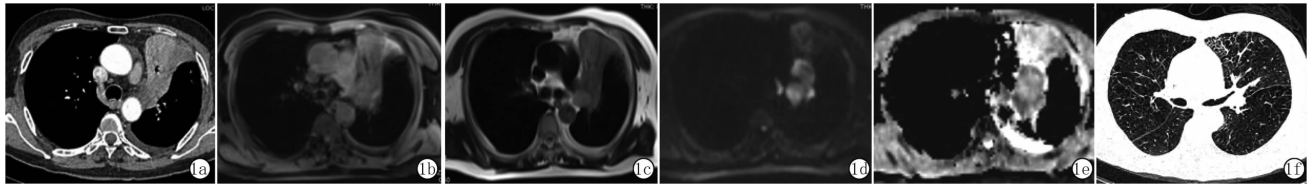
2.2 DWI 及 T2WI 序列 CNR 的比较 DWI 与 T2WI 序列上肿瘤与肺不张的 CNR 中位数为 47.8 和 10.6, DWI 图像的 CNR 明显高于 T2WI,两者差异有统计学意义($P = 0.001$)。

2.3 肿瘤与肺不张的 DWI 信号强度及 ADC 值的比较 肿瘤的 DWI 信号强度高于肺不张($P < 0.01$)。根据 b 值为 50、800 s/mm² 的 DWI 原始图像自动重建出 ADC 图像,测得肿瘤的 ADC 值显著低于肺不张($P < 0.01$)。见表 2。

表 1 MRI 各序列及 CT 增强的区分能力

检查序列	可区分例数	不可区分例数	可区分率(%)
T1WI-Vibe	6	42	12.5
T2WI	31	17	64.6 ^a
DWI	38	10	79.1 ^{ab}
DWI + T2WI	43	5	89.6 ^{abc}
CT 增强	23	25	47.9 ^a

注:与 T1WI-Vibe 比较,^a $P < 0.01$;与 CT 增强比较,^b $P < 0.01$;与 T2WI 比较,^c $P < 0.05$ 。



注:患者男性,72 岁。1a:CT 增强区分肿瘤与肺不张困难;1b:T1WI 肿瘤与肺不张信号无差异;1c:T2WI 肿瘤呈等信号,肺不张呈稍高信号;1d:DWI 明显区分肿瘤与肺不张,肿瘤呈高信号;1e:ADC-map 肿瘤呈低信号,ADC 值为 $1.08 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$;1f:放疗后 3 个月复查,肿瘤明显退缩,左上肺复张。

图 1 1 例左上肺鳞癌影像表现



注:患者男性,61 岁。2a:CT 增强无法区分肿瘤与肺不张;2b:T1WI 肿瘤与肺不张无法区分;2c:T2WI 冠状位肿瘤呈等信号,肺不张呈高信号并可见分枝状含黏液栓的支气管结构;2d:DWI 能区分肿瘤与肺不张;2e:ADC-map 肿瘤呈低信号,ADC 值为 $0.97 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

图 2 1 例右下肺鳞癌影像表现

表 2 肿瘤与肺不张的 DWI 信号强度及 ADC 值
($n = 48, \bar{x} \pm s$)

类型	DWI 信号强度	ADC 值($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)
肿瘤	170.69 ± 45.37	1.18 ± 0.36
肺不张	93.46 ± 48.18	2.07 ± 0.41
t 值	8.085	11.301
P 值	0.000	0.000

3 讨论

中晚期中央型肺癌的支气管闭塞导致远端肺容积减小而出现阻塞性肺不张。准确的界定肿瘤范围对精确放疗的靶区勾画尤为关键,与放疗疗效、降低放射损伤密切相关。

以往研究显示增强 CT、PET-CT 是区分肿瘤与阻塞性肺不张的常用方法。有学者报道通过动态增强 CT 能辨别 80% 的中央型肺癌与肺不张^[6],但同层动态增强扫描使 X 线辐射量明显增加,且晚期肿瘤患者常合并肝肾功能不全无法接受增强 CT。目前临床常用的是单期常规增强 CT,本组采用此扫描方法仅 47.9% (23/48) 的病例能区分肿瘤与肺不张。PET-CT 作为功能性成像技术,不同组织 18F-FDG 的代谢程度不同,可以用来发现、鉴别肿瘤。但肿瘤周围合并炎性病变或肺腺癌高分化等情况会导致假阳性或假阴性结果^[7-8];并且 PET-CT 价格昂贵,难以作为常规检查。

随着磁共振成像技术在肺部的逐步应用,有报道 MRI 在肺部良恶性病变鉴别、肺癌疗效评估等方面均有一定价值^[9-10]。Qi 等^[11] 研究显示 T2WI 对鉴别肿瘤与肺不张有重要作用。本研究 31 例 (64.5%)

可以在 T2WI 图像上区分肿瘤与阻塞性肺不张,笔者考虑是由于阻塞性肺不张常合并不同程度的炎症和淋巴引流受阻,肺组织含水量高,故 T2WI 信号强度高于肿瘤组织。特别当支气管腔内黏液栓形成时呈分枝状明显高信号,与阻塞支气管的肿瘤界限显示清晰。因 T2WI 图像有较好的软组织分辨力,对分辨肿瘤组织与肺不张具有一定作用。

平面回波成像和并行采集技术的应用,可加快肺部 DWI 的扫描速度,提高图像空间分辨率。当肿瘤合并阻塞性肺不张时病变区气体被吸收、肺组织萎陷,局部磁敏感伪影减轻。本组病例均采用呼吸门控技术,同时检查前向患者充分交代注意事项、消除紧张情绪,避免咳嗽,减轻呼吸运动伪影。本组病例的图像均能满足诊断需要,DWI 序列肿瘤与肺不张的 CNR 明显高于 T2WI 序列。

DWI 作为无创的功能成像方法之一,能检测活体组织内水分子的微观扩散运动,水分子在不同病理生理组织中的扩散不同而在宏观成像中形成组织对比。本组病例肿瘤 DWI 呈明显高信号,ADC-map 呈低信号,肿瘤组织的 ADC 值明显低于肺不张组织。DWI 序列对肿瘤与肺不张的区分能力高于 T1WI 及 CT 增强。笔者考虑是因为肿瘤细胞密度高,核浆比大,细胞外容积减少,以及黏液蛋白、角化物等大分子物质对水分子的吸附作用增加,使肿瘤组织内水分子扩散运动受限;萎陷不张的肺组织含水量高、细胞排列疏松,水分子扩散受限程度轻。但本组病例中 3 例患者肿瘤体积小或以支气管壁增厚为主,或肺不张位于心缘旁,受心脏波动和周围含气肺组织的影响,难

以区分肿瘤与肺不张。这种情况下,笔者发现通过观察阻塞支气管腔内黏液栓 T2WI 呈明显高信号可以辅助区分肿瘤与肺不张,原因是肿瘤细胞的增殖导致肿瘤组织的结构相对致密,含水量低,肿瘤组织的 T2WI 信号低于黏液栓的高信号^[12]。通过 T2WI 加权成像对 DWI 功能成像的补充,弥补了 DWI 序列信噪比低的不足。DWI 联合 T2WI 作为常规 MRI 成像技术对肿瘤与肺不张的区分能力明显高于常规增强 CT。

综上所述,DWI 成像是一种便捷的功能成像技术,无需注射对比剂。通过评价 DWI 信号特点和 ADC 值的测量,DWI 联合 T2WI 序列有助于中央型肺癌肿瘤与阻塞性肺不张的区分。

参考文献

[1] Guo Y, Cai YQ, Cai ZL, et al. Differentiation of clinically benign and malignant breast lesions using diffusion-weighted imaging [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2002, 16(2):172-178.

[2] Sato C, Naganawa S, Nakamura T, et al. Differentiation of noncancerous tissue and cancer lesions by apparent diffusion coefficient values in transition and peripheral zones of the prostate [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2005, 21(3):258-262.

[3] Abdel Razek AA, Soliman NY, Elkhamary S, et al. Role of diffusion-weighted MR imaging in cervical lymphadenopathy [J]. *Eur Radiol*, 2006, 16(7):1468-1477.

[4] Liu HD, Liu Y, Yu TL, et al. Usefulness of diffusion-weighted MR

imaging in the evaluation of pulmonary lesions [J]. *Eur Radiol*, 2010, 20(4):807-815.

[5] 蒋洁智,李鹏,李卓琳,等.磁共振扩散加权成像早期预测肺癌化疗疗效的价值[J].*放射学实践*,2014,29(8):929-932.

[6] Onitsuka H, Tsukuda M, Araki A, et al. Differentiation of central lung tumor from postobstructive lobar collapse by rapid sequence computed tomography [J]. *J Thorac Imaging*, 1991, 6(2):28-31.

[7] Steenbakkens RJ, Duppen JC, Fitton I, et al. Reduction of observer variation using matched CT-PET for lung cancer delineation; a three-dimensional analysis [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2006, 64(2):435-448.

[8] Satoh Y, Ichikawa T, Motosugi U, et al. Diagnosis of peritoneal dissemination: comparison of 18F-FDG PET/CT, diffusion-weighted MRI, and contrast-enhanced MDCT [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2011, 196(2):447-453.

[9] 刘海东,于铁链,刘颖,等.扩散加权成像鉴别肺恶性肿瘤与实性良性病变的初步研究[J].*临床放射学杂志*,2010,29(2):179-182.

[10] 汪颖妹,曲金荣,李祥,等.肺恶性肿瘤氩氦刀治疗后的 CT 和 MRI 表现 [J]. *中国介入影像与治疗学*, 2016, 13(11):665-668.

[11] Qi LP, Zhang XP, Tang L, et al. Using diffusion-weighted MR imaging for tumor detection in the collapsed lung: a preliminary study [J]. *Eur Radiol*, 2009, 19(2):333-341.

[12] Ohno Y, Koyama H, Yoshikawa T, et al. Lung cancer assessment using MR imaging: an update [J]. *Magn Reson Imaging Clin N Am*, 2015, 23(2):231-244.

收稿日期:2019-12-04 编辑:王娜娜

(上接第 1096 页)

[6] Natarajan C, Hoffmann FG, Weber RE, et al. Predictable convergence in hemoglobin function has unpredictable molecular underpinnings [J]. *Science*, 2016, 354(6310):336-339.

[7] 蒋雪莲,钟萍,黄成亮,等.稳定期慢性阻塞性肺疾病患者营养状况和氧化应激能力与肺功能的关系 [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2017, 40(1):40-45.

[8] 慢性阻塞性肺疾病急性加重 (AECOPD) 诊治专家组. 慢性阻塞性肺疾病急性加重 (AECOPD) 诊治中国专家共识 (2017 年更新版) [J]. *国际呼吸杂志*, 2017, 37(14):1041-1057.

[9] Wedzicha JA, Miravittles M, Hurst JR, et al. Management of COPD exacerbations: a European respiratory society/American thoracic society guideline [J]. *Eur Respir J*, 2017, 49(3):1600791.

[10] 宋美,周涛.慢性阻塞性肺疾病急性加重患者预后指标研究进展 [J]. *临床肺科杂志*, 2016, 21(7):1328-1330,1334.

[11] 付潇潇,韩校鹏,刘剑波.气道黏液高分泌对慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者预后及炎症因子的影响 [J]. *中国临床研究*, 2019, 32(3):321-323,329.

[12] 于松松,方秋红,马迎民,等.性别对慢性阻塞性肺疾病急性加重住院患者临床特点及预后的影响 [J]. *临床内科杂志*, 2017,

34(5):338-341.

[13] 米崧,张黎明.慢性阻塞性肺疾病患者无创通气时吸氧方式对氧分压及二氧化碳分压的影响 [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2017, 40(4):267-271.

[14] 于帅,黄用文,林梦霞,等.红细胞保存时间对红细胞输注前后 Hb 变化的影响 [J]. *海南医学*, 2017, 28(4):591-593.

[15] Savino C, Pedotti R, Baggi F, et al. Delayed administration of erythropoietin and its non-erythropoietic derivatives ameliorates chronic murine autoimmune encephalomyelitis [J]. *J Neuroimmunol*, 2006, 172(1/2):27-37.

[16] 徐劲松,夏国际,熊墨煌,等.慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者促红细胞生成素的表达 [J]. *广东医学*, 2016, 37(24):3704-3706.

[17] 倪楠,林琳,薛廷昕,等.老年慢性阻塞性肺疾病急性加重期营养不良干预与治疗的意义 [J]. *中华老年多器官疾病杂志*, 2017, 16(6):437-441.

[18] 沈雅.血清白蛋白在慢性阻塞性肺疾病急性加重患者中的临床意义 [D]. 合肥:安徽医科大学,2018.

收稿日期:2019-12-11 编辑:王娜娜