

# 3.0T 磁共振弥散加权成像多 b 值在局部晚期肺癌鉴别中的应用

Application of 3.0T MRI Multi-b Value of Diffusion Weighted Imaging in Identifying Local Advanced Lung Cancer

WANG Dan-dan, LU Zeng-xin, ZHAO Li, YANG Li-ming, LIU Fang, HUANG Ya-nan

王丹丹, 卢增新, 赵丽, 杨立铭, 刘芳, 黄亚男

(绍兴市人民医院, 浙江大学绍兴医院, 浙江 绍兴 312000)

**摘要:** [目的] 探讨 3.0T 磁共振多 b 值弥散加权成像 (DWI) 在不同组织类型局部晚期肺癌鉴别中的临床应用价值。 [方法] 59 例肺癌患者应用 3.0T 磁共振行 3 种 b 值 DWI 检查 ( $b=600, 800, 1000\text{s/mm}^2$ ), 测量肿瘤的 ADC 值。 [结果] 59 例肺癌 DWI 检查, 三种 b 值的肺癌病灶在 DWI 像上均呈明显的高信号, 癌肿平均 ADC 均值分别为  $(1048\pm 211)\times 10^{-6}\text{mm}^2/\text{s}$ 、 $(978\pm 169)\times 10^{-6}\text{mm}^2/\text{s}$ 、 $(966\pm 159)\times 10^{-6}\text{mm}^2/\text{s}$  ( $P=0.108$ )。病灶 ADC 均值在小细胞癌与鳞癌、腺癌之间存在差异 ( $P<0.05$ ), 鳞癌与腺癌之间无统计学差异 ( $P=0.534$ )。 [结论] 三种 b 值均可进行肺癌 DWI 检查, 通过 DWI 检查可为临床鉴别小细胞肺癌与非小细胞肺癌提供一定的参考价值。

**关键词:** 磁共振成像; 肺癌; 弥散; b 值

中图分类号: R734.2 文献标识码: B 文章编号: 1671-170X(2019)03-0271-04

doi: 10.11735/j.issn.1671-170X.2019.03.B021

肺癌病理组织类型主要为腺癌、鳞癌和小细胞癌。近年来,随着影像技术的不断发展及完善,磁共振弥散加权成像 (diffusion weighted imaging, DWI) 是近年来提出的并迅速发展的磁共振成像技术之一, DWI 能较好地显示肿瘤区域与正常区域的分界, 并可通过检测水分子的扩散情况来评价肿瘤的活性<sup>[1,2]</sup>。但是,在肺癌 DWI 检查中没有统一的 b 值。本研究通过观察不同 b 值对肺癌的显示能力, 合理地选择 b 值, 并通过比较不同组织类型肺癌 ADC 值的差异, 为临床提供鉴别诊断的有效信息。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

我院 2015 年以来经穿刺病理活检证实的局部晚期肺癌患者 59 例为研究对象, 其中男性 48 例, 女性 11 例, 年龄 51~85 岁, 平均年龄 67.6 岁。腺癌 23

基金项目: 浙江省卫生厅一般研究计划项目(2015KYB403, 2016KYB306, 2018ZD047)

通信作者: 卢增新, 科副主任, 主任医师, 本科; 绍兴市人民医院放射科, 浙江省绍兴市越城区中兴北路 568 号(312000); E-mail: luzx777@163.com

收稿日期: 2018-03-11; 修回日期: 2018-08-26

例、鳞癌 27 例、小细胞癌 9 例。无 3.0T MRI 检查禁忌者。

### 1.2 MRI 成像设备与检查方法

采用 SIEMENS Verio 3.0T 超导型医用磁共振仪, 体部相控阵线圈。将体部相控阵线圈围绕患者胸部, 以头足位进入主磁场。先行 MR 常规采用多通道体部相控线圈及 ASSET 技术 (并行采集空间敏感性编码技术) 进行图像采集及校正, 两次激发平面回波 (SE-EPI) 采集, b 值取 600、800、1000 $\text{s/mm}^2$ , 19 个非共线方向, FOV 26~28cm, 矩阵 256 $\times$ 256, 采集次数 (NEX) 2, 层厚 5mm, 层间距 1.2mm; 自由呼吸, 运用呼吸门控技术, 扫描时间 90~120s, 数据传输至工作站进行图像后处理。

### 1.3 感兴趣区选择及参数测量

影像学数据采集由高年资医师负责, 选取肺癌病灶区 (避免液化坏死区) 作为感兴趣区 (ROI), 大小选择 3mm $\times$ 3mm, 同一患者不同 b 值应选择相同区域, 测量 3 次弥散 ADC 值。

### 1.4 统计学处理

数据分析采用 SPSS21.0 统计学软件, 对各组数据进行方差分析。  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

59 例肺癌 DWI 检查均得到了满意的图像,在运用三种 b 值 (b=600、800、1000s/mm<sup>2</sup>)时,DWI 图像中肿瘤病灶均显示为明显的高信号,在 ADC 图像中表现为低信号(Figure 1,2)。

当 b 值=600、800、1000s/mm<sup>2</sup> 时 DWI 中所测得的肺癌病灶 ADC 均值分别为 (1048±211)×10<sup>-6</sup>mm<sup>2</sup>/s、(978±169)×10<sup>-6</sup>mm<sup>2</sup>/s、(966±159)×10<sup>-6</sup>mm<sup>2</sup>/s。3 种 b 值 DWI 检查所测得肺癌病灶 ADC 值无统计学差异。

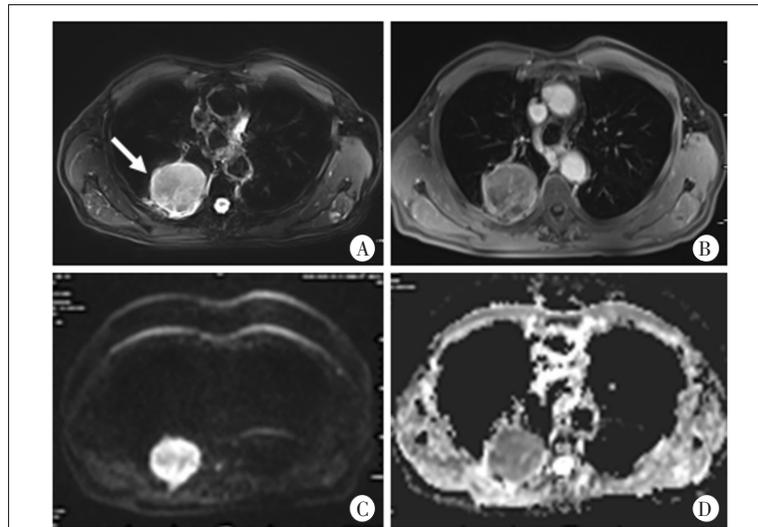
当 b 值取 800s/mm<sup>2</sup> 时,鳞癌 ADC 均值为(1006.38±174.92)×10<sup>-6</sup>mm<sup>2</sup>/s、腺癌为(1034.81±146.87)×10<sup>-6</sup>mm<sup>2</sup>/s、小细胞癌为(844.71±145.57)×10<sup>-6</sup>mm<sup>2</sup>/s。三种不同组织类型病灶 ADC 值之间存在差异 (P=0.013),其中小细胞癌和鳞癌(P=0.011)、小细胞癌和腺癌 (P=0.004)ADC 值之间均存在统计学差异(P<0.05),鳞癌和腺癌 ADC 值间无统计学差异(P=0.534)(Table 1)。

**Table 1 The ADC mean of lung cancer lesion (b=800s/mm<sup>2</sup>)**

Type	N	ADC(mm <sup>2</sup> /s)
Squamous carcinoma	27	1006.38±174.92
Adenocarcinoma	23	1034.81±146.87
SCLC	9	844.71±145.57
Total	59	992.80±170.32

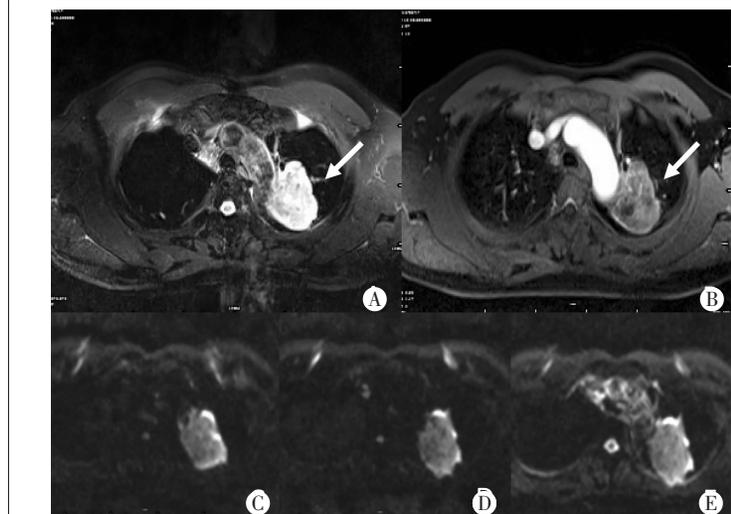
## 3 讨论

磁共振 DWI 能在活体状态下监测人体内水分子的弥散运动,准确地对晚期肺部肿瘤病变进行无创性的形态学研究,能准确明确局部病灶的受损范围、程度及其与周围肿瘤之间的解剖关系,间接反映肿瘤细胞密度以及细胞膜完整性等细胞水平的信息<sup>[3]</sup>。关于肺部病灶的病情评估目前多采用中低场强 MRI 设备(主要集中于 1.5T)。如 Mori 等<sup>[4]</sup>对 104 例患者的 140 个肺结节用 DWI 进行手术前分析,并与 FDG-PET 结果对照,DWI 诊断肺癌的敏感度为 70%,



Male,75 years old,squamous cell carcinomas in the right lung upper lobe.The T2WI (A) showed a circular high signal mass (white arrow) in the posterior segment of the right lung's upper lobe.Enhanced T1WI image (B) showed that the mass was uneven significantly enhanced.The DWI image (C) showed obvious high signal of lesion.The ADC image (D) shows a low signal in the lesion,the average of ADC value was 690×10<sup>-6</sup>mm<sup>2</sup>/s.

**Figure 1 Imaging of lung squamous cell carcinoma**



Male,52 years old,SCLC in the posterior lobe of the left lung.The T2WI (A) showed a circular high signal mass (white arrow) in the posterior segment of the left lung.Enhanced T1WI image(B) showed that the mass was uneven significantly enhanced;When the value of b was 600 (C),800 (D) and 1000 (E) s/mm<sup>2</sup>,the lesion of DWI was obviously high signal,and the ADC value was 917×10<sup>-6</sup>mm<sup>2</sup>/s, 837×10<sup>-6</sup>mm<sup>2</sup>/s and 898×10<sup>-6</sup>mm<sup>2</sup>/s.

**Figure 2 Imaging of a patient with small cell lung cancer**

特异性为 97%,显示 DWI 有较高的特异性。Qi 等<sup>[5]</sup>探讨了弥散加权成像在鉴别中央型肺癌肿块和肿块周围不张肺组织的作用,结果显示 DWI 分辨肺癌病灶与不张肺组织能力最强,T2WI 次之,增强 CT 分辨能力最差,认为可以用 DWI 鉴别肺癌肿块和肿块周

围不张组织。

尽管低场强 DWI 在评价肺部病变程度及诊断方面已有大量文献报道,并取得长足的进步和发展,但对 3.0T 高场强 DWI 对肺癌的研究少有报道。本研究 59 例肺癌病例均得到了满意的 DWI 图像,各组织类型肺癌病灶均表现为 DWI 高信号,ADC 像反映为低信号,而肿瘤内部液化坏死区域 DWI 呈低信号,ADC 为高信号,与肿瘤存活区信号相反。但是,肺癌 DWI 的图像信噪比要低于其他实质脏器(比如肝、脑等),这是因为肺实质 MRI 成像在临床应用上具有一定的限制性,主要表现肺实质内质子密度很低,缺少产生 MRI 信号的 H 质子,图像分辨率较低;心脏和呼吸伪影影响肺部 MRI 的影像质量;肺癌血供本身的特点、组织学类型的复杂性也会对 MR 成像造成一定的影响<sup>[6]</sup>。

b 值代表弥散加权的权重,反映了在一定主磁场强度下的弥散梯度场强度和持续时间。b 值越大( $b > 100 \text{s/mm}^2$ ),灌注对于 ADC 值的影响基本消失,ADC 值更能反映细胞内外水分子的弥散运动,更接近真实值,但信号衰减较大,信噪比(SNR)差,影响对小病变的检出;b 值越小( $0 \sim 100 \text{s/mm}^2$ ),DWI 图像的 SNR 越高,但 T2 透射效应、局部微循环灌注的影响越大,所测 ADC 值稳定性差,不能有效反映水分子的弥散运动。因此,b 值的选择需要权衡 ADC 值及图像 SNR 两方面<sup>[7]</sup>。目前 DWI 检查中,对中枢系统、盆腔等实质性脏器通常会采用  $1000 \text{s/mm}^2$  的高 b 值,而在腹部脏器由于受呼吸、运动等影响,会采用  $600 \text{s/mm}^2$  的中等 b 值,在肺癌的 DWI 检查中众说纷纭,多数关于 DWI 在肺部疾病应用的研究<sup>[4,8,9]</sup>通常选择  $b = 1000 \text{s/mm}^2$ ,认为采用高 b 值可以鉴别肺部恶性和良性结节,且 DWI 的敏感度和特异性近似于或高于 PET/CT。孙明华等<sup>[10]</sup>研究认为当  $b$  值 =  $800 \text{s/mm}^2$  时对肺良恶性病变的鉴别效能较大。刘海东等<sup>[11]</sup>对 62 例肺部疾病患者在自由呼吸状态下行 DWI 检查,当 b 值取  $500 \text{s/mm}^2$  时测得 ADC 鉴别诊断效能最大。Liu 等<sup>[12]</sup>对 27 例孤立肺结节患者行 DWI 检查,当 b 值取  $300$ 、 $500$ 、 $800 \text{s/mm}^2$  时对良恶性病变的 ADC 值进行比较发现,以  $b = 800 \text{s/mm}^2$  时差异最明显。由于 DWI 影响因素相对较多,文献研究主要用中等场强 1.5T-MRI,而本次研究使用高场强 3.0T-MRI,设备主磁场的场强和均匀性可能会影响

b 值选择,侯丽娜等<sup>[13]</sup>研究认为  $b$  值 =  $800 \text{s/mm}^2$  时肺癌病灶平均 ADC 值的变化率在曲线上表现比较稳定。所以本研究选择  $600$ 、 $800$ 、 $1000 \text{s/mm}^2$  三种 b 值进行对照。研究结果表明选取的三种 b 值所测得的肺癌 ADC 值之间无统计学差异( $P > 0.05$ ),所以选择  $b$  值 =  $600$ 、 $800$ 、 $1000 \text{s/mm}^2$  都是合理的。

不同组织学类型的肺癌,其肿瘤细胞的排列方式、细胞密度、细胞成分以及周围间质可存在差异,其内水分子的弥散能力也会有所不同。本次研究结果表明,SCLC 平均 ADC 值低于腺癌和鳞癌,SCLC 与腺癌、鳞癌之间 ADC 值均存在统计学差异,这与 SCLC 细胞密度大、细胞间隙小的组织学特性相符合,研究结果与文献<sup>[14-16]</sup>相符。而 Oyama 等<sup>[17]</sup>研究发现高分化腺癌肿瘤细胞沿肺泡壁生长,而保留下面正常结构的替代方式生长,鳞癌表现为实体性团块状破坏正常肺泡结构的非替代生长模式,肿瘤细胞大量繁殖;同时,腺癌组织的腺腔及细胞胞质内含有黏液成分,其自由水分子含量比鳞癌高,腺癌平均 ADC 值多高于鳞癌。而本次研究结果显示腺癌与鳞癌之间 ADC 值无统计学差异,原因可能是并非所有肿瘤 ADC 值都与细胞密度呈负相关,可能还存在其他影响 ADC 值的因素,如细胞外间隙间质的黏滞性、分隔空间的屏障作用、主动转运、微循环及扩散范围等。

综上所述,肺癌 3.0T 磁共振 DWI 检查时,取  $600$ 、 $800$ 、 $1000 \text{s/mm}^2$  任何一种 b 值对病灶的 ADC 值无统计学差异。通过本次研究证明可以通过 DWI 检查为小细胞肺癌和非小细胞肺癌的鉴别诊断提供一个新的手段,特别适用于无法取得病理的患者。当然,随着研究的继续,样本量逐渐增大、其他组织类型如混合性癌等病例的加入以及肿瘤分化程度的高低的因素,可能会有新的发现。

## 参考文献:

- [1] Thoeny HC, De Keyzer F, Chen F, et al. Diffusion-weighted MR imaging in monitoring the effect of a vascular targeting agent on rhabdomyosarcoma in rats[J]. Radiology, 2005, 234(7): 756-764.
- [2] Dzik Jurasz A, Domenig C, George M, et al. Diffusion MRI for prediction of response of rectal cancer to chemoradiation[J]. Lancet, 2002, 360(15): 307-308.

- [3] Yeo SS, Seo JP, Kwon YH, et al. Precommissural fornix in the human brain: a diffusion tensor tractography study [J]. *Yonsei Med J*, 2013, 54(2): 315-320.
- [4] Mori T, Nomori H, Ikeda K, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging for diagnosing malignant pulmonary nodules/masses: comparison with positron emission tomography [J]. *J Thorac Oncol*, 2008, 3(4): 358-364.
- [5] 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.
- [6] Liu SY, Xiao XS. Progress of MRI in lung parenchyma [J]. *Foreign Medical Sciences (Clinical Radiological Fascicle)*, 2001, 24(2): 90-92. [刘士远, 肖湘生. 肺实质 MRI 研究进展 [J]. *国外医学 (临床放射学分册)*, 2001, 24(2): 90-92.]
- [7] Li WD, Li D, Liu HD, et al. 3.0T MR diffusion-weighted imaging: evaluating diagnosis potency of pulmonary solid benign lesions and malignant tumors and optimizing b value [J]. *Chinese Journal of Lung Cancer*, 2011, 14(11): 853-857. [李伟栋, 李东, 刘海东, 等. 3.0T MR 扩散加权成像对肺实性良恶性病变的鉴别诊断效能及 b 值优化探讨 [J]. *中国肺癌杂志*, 2011, 14(11): 853-857.]
- [8] Uto F, Takehara Y, Nakamura Y, et al. Higher sensitivity and specificity for diffusion-weighted imaging of malignant lung lesions without apparent diffusion coefficient quantification [J]. *Radiology*, 2009, 252(1): 247-254.
- [9] Kanauchi N, Oizumi H, Honma T, et al. Role of diffusion weighted magnetic resonance imaging for predicting of tumor invasiveness for clinical stage IA non-small cell lung cancer [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2009, 35(4): 706-711.
- [10] Sun MH, Liu B. Diagnostic efficacy of different apparent diffusion coefficient values in diagnosing different lung pathological types [J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2016, 26(12): 67-72. [孙明华, 刘斌. 多 b 值下表观弥散系数值对肺部良、恶性病变的诊断效能 [J]. *中国现代医学杂志*, 2016, 26(12): 67-72.]
- [11] Liu HD, Yu TL, Liu Y, et al. Diffusion-weighted imaging in malignant pulmonary tumors and solid benign lesions [J]. *International Journal of Medical Radiology*, 2010, 34(3): 240-244. [刘海东, 于铁链, 刘颖, 等. 肺恶性肿瘤和实性良性病变扩散加权成像技术初探 [J]. *国际医学放射学杂志*, 2010, 34(3): 240-244.]
- [12] Liu H, Liu Y, Yu T, et al. Usefulness of diffusion-weighted MR imaging in the evaluation of pulmonary lesions [J]. *Eur Radiol*, 2010, 20(4): 807-815.
- [13] Hou L, Zhang JX, Du XS, et al. Value of 3.0T magnetic resonance multi-b value diffusion-weighted imaging in efficacy evaluation of chemotherapy for central lung cancer with atelectasis [J]. *Cancer Research and Clinic*, 2017, 29(5): 308-312. [侯丽娜, 张建新, 杜笑松, 等. 3.0T 磁共振多 b 值扩散加权成像在中央型肺癌伴肺不张化疗效果评估中的价值 [J]. *肿瘤研究与临床*, 2017, 29(5): 308-312.]
- [14] Razeq AA, Fathy A, Gawad TA. Correlation of apparent diffusion coefficient value with prognostic parameters of lung cancer [J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2011, 35(2): 248-252.
- [15] Li F, Yu TL, Li WD, et al. Correlation of apparent diffusion coefficient with histologic type and grade of lung cancer [J]. *Chinese Journal of Lung Cancer*, 2012, 15(11): 646-651. [李菲, 于铁链, 李伟栋, 等. ADC 值与肺癌组织学类型及分化程度的相关性研究 [J]. *中国肺癌杂志*, 2012, 15(11): 646-651.]
- [16] Matoba M, Tonami H, Kondou T, et al. Lung carcinoma: diffusion-weighted MR imaging-preliminary evaluation with apparent diffusion coefficient [J]. *Radiology*, 2007, 243(2): 570-577.
- [17] Koyama H, Ohno Y, Aoyama N, et al. Comparison of STIR turbo SE imaging and diffusion-weighted imaging of the lung: capability for detection and subtype classification of pulmonary adenocarcinomas [J]. *Eur Radiol*, 2010, 20(4): 790-800.