

肺部孤立性实性病变的磁共振 DWI 技术优选

俞家熙, 李新春, 雷强, 万齐, 王宇泽, 胡剑锋

【摘要】 目的:比较快速自旋回波扩散加权成像(TSE-DWI)与平面回波(EPI)DWI对肺部孤立性实性病灶的成像质量,探讨TSE-DWI在肺部孤立性病灶中的临床应用价值。**方法:**对40例肺孤立性实性病变患者分别行TSE-DWI及EPI-DWI扫描($b=600\text{s}/\text{mm}^2$),测量并比较两个序列图像上病灶的信噪比、病灶及脊髓的ADC值、变形率、成像效率及图像质量的主观评分。**结果:**TSE-DWI序列的病灶成像效率为100%(40/40);EPI-DWI的成像效率为90%(36/40),4例病灶的图像变形严重,无法测量其ADC值。TSE-DWI序列上脊髓的ADC值高于EPI-DWI序列($P<0.01$)。病灶在TSE-DWI上的ADC值高于EPI-DWI序列($P=0.007$)。病灶在TSE-DWI上的变形率明显低于EPI-DWI序列($P<0.01$)。图像质量的主观评分,TSE-DWI序列中39例为3分、1例为2分,EPI序列中主观评分19例为3分、17例为2分、4例为1分(图像变形无法测量),两组间图像质量主观评分的差异具有统计学意义($P<0.001$)。**结论:**TSE-DWI的病灶变形率、成像效率及主观评分均较EPI-DWI序列高,可作为胸部孤立性病变的常规扫描序列。

【关键词】 肺孤立性实性病变; 扩散加权成像; 表观扩散系数; 图像质量; 信号噪声比

【中图分类号】 R814.42;R734.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2019)08-0874-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.08.009

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The optimization of magnetic resonance diffusion weighted imaging technique for solitary solid lung lesions YU Jia-xi, LI Xin-chun, LEI Qiang, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510120, China

【Abstract】 Objective: The aim of this study was to compare turbo spin echo diffusion weighted imaging (TSE-DWI) and echo planar diffusion weighted imaging (EPI-DWI) on image quality, deformation rate, imaging efficiency and subjective score of image quality of solitary solid lung lesions. **Methods:** 40 cases with solitary solid lung lesions were scanned with TSE-DWI and EPI-DWI sequences ($b = 600\text{s}/\text{mm}^2$). Parameters including signal-to-noise ratio (SNR), apparent diffusion coefficient (ADC), deformation rate, imaging efficiency, and subjective score of the image quality of the two sequences were measured and compared. **Results:** The imaging efficiency of TSE-DWI sequence was 100% (40/40), while 4 cases of EPI-DWI were severely deformed and ADC value could not be measured with 90% (36/40) imaging efficiency. The ADC value of the spinal cord of TSE-DWI sequence was higher than that of EPI-DWI sequence ($P<0.01$). The ADC value of 40 lesions of TSE-DWI was higher than that of EPI-DWI of 36 lesions ($P=0.007$). The subjective score of TSE-DWI sequence was 3 points in 39 cases and 2 points in one case; while the EPI sequence was 3 points in 19 cases and 2 points in 17 cases and 1 point in 4 cases (measurement was impossible due to severe distortion); there was significant difference between the two sequences ($P<0.001$). **Conclusion:** The deformation rate, imaging efficiency and subjective score of the TSE-DWI sequence are higher than those of the EPI-DWI sequence, TSE-DWI can be used as a routine sequence in the examination of solitary lung lesions.

【Key words】 Solitary lung lesions; Diffusion weighted imaging; Apparent diffusion coefficient; Image quality; Signal-to-noise ratio

作者单位:510120 广州,广州医科大学附属第一医院放射科

作者简介:俞家熙(1985-),男,广东广州人,主管技师,硕士,主要从事磁共振成像工作。

通讯作者:李新春, E-mail: xinchunli@163.com

近年来,扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)在胸部实性病变良恶性的鉴别价值逐渐得到肯定^[1],由于缺乏胸部专用线圈,传统 DWI 检查中

基本采用 EPI 技术进行图像采集, EPI 技术对磁场的均匀性和磁敏感性非常敏感(胸腔含气较多), 位于肺尖的病变图像会出现严重变形, 影响对图像的观察及准确测量。而 TSE-DWI 序列可以消除胸腔内气体较多造成的磁敏感伪影。目前尚未发现 TSE-DWI 在肺孤立性病变中的应用研究, 本研究通过对 40 例肺孤立性病变患者的 TSE-DWI 及 EPI-DWI 序列进行比较, 旨在对肺部孤立性实性病变的 DWI 检查技术进行优选。

材料与方法

1. 研究对象

前瞻性对我院 2017 年 7 月—2017 年 9 月 CT 扫描发现的 40 例肺部孤立性、实性病变患者进行胸部 MRI 扫描。其中男 22 例, 女 18 例; 年龄 25~70 岁, 平均 45.6 岁; 肺癌 29 例, 良性病变 11 例(感染性病变 7 例, 良性肿瘤 4 例)。纳入标准: ①胸部 X 线或胸部 CT 检查发现肺内孤立性病变, 病灶最大直径不小于 10 mm, 无局部淋巴结及远处转移; ②病变内空洞或钙化的径线不超过病灶同向径线的 1/3; ③MRI 检查前患者均未接受相关治疗; ④无磁共振检查禁忌证。每例患者在 MRI 检查前知情同意并书面签订知情同意书。

2. MRI 扫描技术及成像参数

使用 Philips Achieva 3.0T 超导型双源、双梯度 MR 扫描仪和 Torso 线圈, 在常规平扫序列后行横轴面 TSE-DWI 及 EPI-DWI 扫描。DWI 扫描范围以病灶为中心, 包括病灶上下边界。TSE-DWI 扫描参数: TR 5965 ms, TE 56 ms, 层厚 5 mm, 层间距 0.5 mm, 视野 260 mm×430 mm, 矩阵 384×384, 重建体素的大小为 1.1 mm×1.1 mm×5.0 mm, 激励次数 4, b 值取 0 和 600 s/mm²; EPI-DWI 扫描参数: TR 1238 ms, TE 51 ms, 层厚 5 mm, 层间距 0.5 mm, 视野 260 mm×430 mm, 矩阵 384×384, 重建体素的大小为 1.1 mm×1.1 mm×5.0 mm, 激励次数 4, b 值分别选择 0 和 600 s/mm²。

3. 数据处理及分析

将每例患者的 TSE-DWI 和 EPI-DWI 的原始图像生成 ADC 图像, 选取病灶扩散受限最明显的层面, 在病灶和脊髓(作为正常对照)内勾画 ROI, 测量其 ADC 值。然后分别在 TSE-DWI 与 EPI-DWI 序列中 b 值为 600 s/mm² 的图像上, 选取病灶扩散受限最明显的层面, 分别在病灶内及同层面的空气区域(背景)勾画 ROI, 测量其信号强度(signal intensity, SI)及背景的标准差(standard deviation, SD), 采用公式(1)分别计算两个序列图像上病灶的信噪比(signal to noise

ratio, SNR):

$$\text{SNR} = \frac{\text{SI}_{\text{病灶}}}{\text{SD}_{\text{背景}}} \quad (1)$$

为消除误差, 以上所有测量均进行 3 次, 取平均值。

使用公式(2)计算图像的变形率:

$$\text{变形率} = A/B \quad (2)$$

A 代表两个 DWI 序列分别与 T₂WI 比较, 解剖结构在相位编码方向上的最大位移, B 代表 T₂WI 上解剖结构在相位编码方向上的直径。由两位中级以上医师以横轴面 T₂WI(病灶更接近肿瘤真实大小)为参考, 在 b 值为 600s/mm² 的 TSE-DWI 和 EPI-DWI 图像中选取同一解剖层面, 测量病灶的前后径(编码方向为前后)及病灶位移距离。各项参数值取两位医师测量值的平均值。

4. 图像质量的主观评价

由两位副高以上 MRI 诊断医师对两个序列的图像质量进行主观评分, 图像质量分为优、良、差, 分别为 3、2、1 分, 图像质量评价标准: 3 分, 图像信噪比良好, 病变显示清晰, 图像无变形; 2 分, 病变局部图像稍变形, 结合其它序列可以进行诊断; 1 分, 图像明显变形或病灶失真, 无法诊断。

5. 统计学方法

使用 SPSS 13.0 软件进行统计学分析。所有数据采用均数±标准差表示。TSE-DWI 组和 EPI-DWI 组中测量的 ADC 值的比较采用 *t* 检验, TSE-DWI 序列与 EPI-DWI 序列图像质量客观评价指标的比较采用 *t* 检验, 两位诊断医师对两个序列图像质量的主观评分的比较采用卡方检验。

结果

1. ADC 值和信噪比的比较

EPI-DWI 检查中 4 例患者的图像变形严重, 无法准确测量病变部位的 ADC 值, 但可以测量脊髓的 ADC 值。TSE-DWI 和 EPI-DWI 组中病灶和脊髓的 ADC 值及图像的信噪比测量结果及组间比较见表 1、图 1~2。两组间病灶和脊髓的 ADC 值的差异均有统计学意义(*P*<0.05); 而两组间病灶信噪比的差异无统计学意义(*P*>0.05)。

表 1 TSE-DWI 与 EPI-DWI 序列 ADC 值和信噪比的比较

参数	TSE	EPI	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
ADC 脊髓($\times 10^{-3}$ mm ² /s)	1.00±0.30	0.77±0.26	-4.157	0.00
ADC 病灶($\times 10^{-3}$ mm ² /s)	1.88±0.99	1.71±0.96	-2.849	0.007
信噪比	389.88±269.87	352.18±195.23	0.733	0.470

2. 病灶变形率及成像效率的比较

TSE-DWI 序列上 40 例病灶的变形率为(0.02±0.06)×100%, EPI-DWI 序列上 36 例病灶的变形率

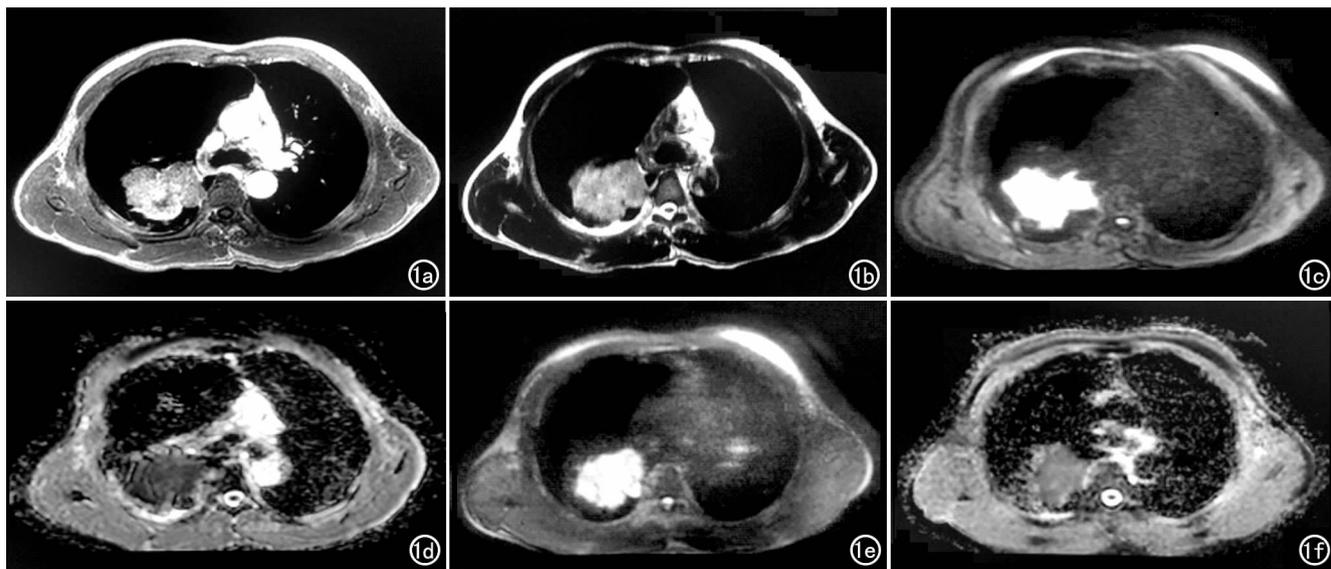


图1 男,58岁,右下肺浸润性腺癌。a)对比增强 T_1 WI 示右下肺病灶呈不均匀强化,边界不清晰; b)平扫 T_2 WI 示病灶边缘不规则、分叶状,信号欠均匀; c)EPI-DWI 序列(b 值为 $600\text{s}/\text{mm}^2$) 示病灶明显扩散受限呈高信号,图像变形率为 11% ; d)EPI-DWI 序列 ADC 图 示病灶呈稍低信号,ADC 值为 $0.54 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$; e) TSE-DWI 序列(b 值为 $600\text{s}/\text{mm}^2$) 图像,与图 c 比较图像上病灶等结构明显不变形,变形率为 0% ,更接近病灶实际大小; f) TSE-DWI 序列 ADC 图 像示病灶呈稍低信号,ADC 值为 $0.92 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 。

为 $(0.41 \pm 0.34) \times 100\%$,两组间的差异有统计学意义 ($t=6.638, P<0.01$)。TSE-DWI 序列上全部病灶显示清晰,图像质量满足诊断要求,成像效率为 100% ($40/40$);EPI-DWI 序列上 4 例图像变形严重,无法准确测量病变部位的 ADC 值,EPI-DWI 序列的成像合

格率为 90% ($36/40$)。

3. 图像质量主观评分及扫描时间的对比

两位医师对图像质量的主观评分结果:TSE-DWI 序列上所有病灶均能显示,图像质量评分为 3 分者 39 例,评分为 2 分者 1 例,此例患者的扫描时间相对较长

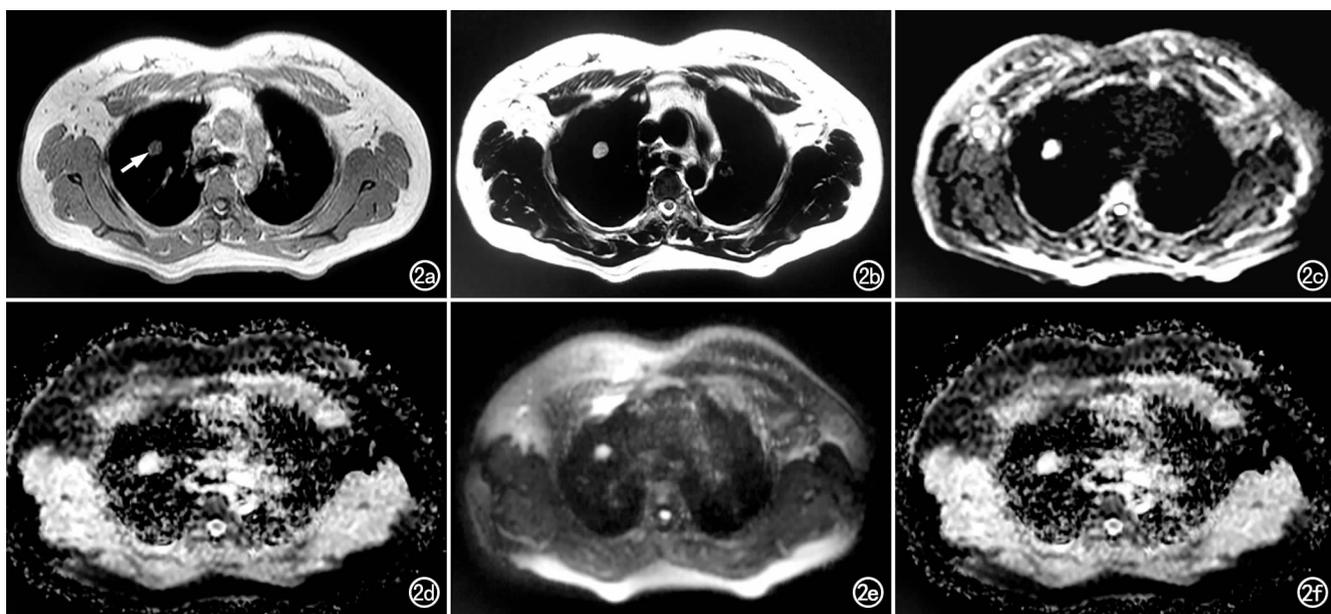


图2 女,34岁,右上肺错构瘤。a)平扫 T_1 WI 示右上肺类圆形病灶(箭),边界清晰,信号尚均匀; b)平扫 T_2 WI 示病灶呈稍高信号,边界清晰,信号尚均匀; c)EPI-DWI 序列 b 值为 $600\text{s}/\text{mm}^2$ 图像,与图 c 比较病灶明显不变形,变形率为 0% ,更接近病灶实际大小; d) EPI-DWI 序列 ADC 图 像示病灶呈稍高信号,ADC 值为 $1.92 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$; e) TSE-DWI 序列 b 值为 $600\text{s}/\text{mm}^2$ 图 像示病灶明显扩散受限呈高信号,变形率为 3% ; f) TSE-DWI 序列 ADC 图 像示病灶呈高信号,ADC 值为 $2.04 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 。

(约 2min)。EPI 序列中有 36 例病灶显示较清晰、满足诊断要求,评分为 3 分者 19 例,2 分者 17 例;仅有 4 例图像变形明显,无法进行测量,主观评分为 1 分。两组间图像质量主观评分的差异具有统计学意义($\chi^2 = 25.119, P < 0.001$)。

讨 论

1. TSE-DWI 技术的特点及其应用

MR DWI 能够无创地显示组织内水分子的自由扩散运动,可在形态学改变之前及早地发现组织的异常。传统 DWI 技术通常结合 EPI 技术进行成像,EPI 对主磁场的均匀性要求较高。由于胸腔内充满气体,在空气与组织之间的磁化率与局部磁场相差很大,EPI 技术极易受磁敏感性伪影的影响,导致图像上信号失真,影响对疾病的正确判断及测量。因此,必须要找出一种受磁敏感性影响较小的成像技术,使获得的图像更清晰,数据测量更准确。随着 MRI 设备和技术的不断改进,TSE-DWI 序列的应用研究在国内外的报道越来越多,以头颈部研究较为多见。Mikayama 等^[2]对 14 例健康志愿者头颈部 TSE-DWI 和 EPI-DWI 图像的信噪比和变形率等进行比较,结果显示 TSE-DWI 的图像质量优于 EPI-DWI,对于磁敏感性敏感的部位,可以使用 TSE-DWI 技术替代 EPI-DWI 技术,但 TSE-DWI 所生成的 ADC 图上组织的 ADC 值显著高于 EPI-DWI 序列,两个序列上获得的定量参数的数值范围存在明显差异,本研究中 TSE-DWI 序列组中,胸部孤立性病灶及脊髓的 ADC 测量值均高于 EPI-DWI 序列,与 Mikayama 等^[2]的研究结果一致。笔者分析可能是成像序列不同所导致(一种是 TSE 方式,一种是 EPI 方式)。而在信噪比及变形率的比较上,TSE-DWI 序列明显优于 EPI-DWI 序列,此结论也与 Mikayama 等^[2]的研究结果一致。本研究在此基础上增加了对图像质量的主观评价,结果亦显示 TSE-DWI 的图像质量评分优于 EPI-DWI,因此 TSE-DWI 可以在胸部孤立性病变的检查中替代 EPI-DWI。Hirata 等^[3]回顾性分析 26 例患者的口腔部位 TSE-DWI 及 EPI-DWI 资料,结果显示 TSE-DWI 图像上在相位编码方向上图像的变形失真程度明显低于 EPI-DWI。本研究中对对比分析了 40 例胸部孤立性病变患者的 TSE-DWI 和 EPI-DWI 图像,结果显示 40 例患者的 EPI-DWI 图像中 4 例图像上解剖结构变形严重,无法准确测量病变部位的 ADC 值,尤其当病灶位于肺尖时;而 40 例患者的 TSE-DWI 图像均能清晰显示病灶及周围正常组织,图像变形率远远低于 EPI-DWI 序列,此结论与 Hirata^[3]等的结果一致。从自旋回波序列衍生而来的 TSE 序列,对主磁场的均匀性要求不

高,不容易受磁敏感性的影响,因此气体、金属等物质并不会导致其图像的失真变形,而图形信号的丢失也只是局部,表现为低信号。EPI 序列则会因为胸部气体较多而导致其图像变形失真,这与 EPI-DWI 序列对于磁场的不均匀性较为敏感、容易出现磁敏感伪影有关,因此 TSE-DWI 序列更适合于含气较多的器官。Hiwatashi 等^[4]在 3.0T 磁共振仪上分别采用 TSE-DWI 和 EPI-DWI 进行眼眶部位的扫描,对淋巴瘤与炎性病变进行鉴别,其结果显示 TSE-DWI 相比 EPI-DWI 可以有助于鉴别眶内淋巴瘤与炎症。由此可以推断,TSE-DWI 技术可以应用于良恶性病变的鉴别,并可推广至其它各个脏器。本研究中良性病变的样本量相对较少,因此没有进行良恶性病变鉴别的统计分析。

2. DWI 序列在胸部检查中的应用

目前 DWI 技术已逐渐应用于胸部的研究当中,对鉴别良恶性、判断肿瘤的恶性程度以及预后等方面获得较好成效。周舒畅等^[5]总结大量文献,认为目前在肺结节诊断中应用越来越多的技术为功能 MRI,主要包括 DWI 和 DCE-MRI;DWI 有助于区分良恶性肺部病变,对诊断肺部恶性肿瘤的特异度为 60%~95%,敏感度为 70%~90%;并且在 b 值恰当的时候可以提高对肺结节的诊断效能,故建议采用 DWI 对局灶性肺部病变进行评估,但目前这项技术尚缺乏稳定性和标准化程度不高。Cakmar 等^[6]利用 DWI 技术对 48 例胸部孤立性病变进行分析(良性 18 例,恶性 30 例),结果显示 DWI 有助于孤立性肺部病变的鉴别诊断。Chen 等^[7]利用 DWI 技术对 796 例患者共 2433 个淋巴结进行分析,结果显示 DWI 技术可区分肺癌患者的转移性和非转移性淋巴结。Xu 等^[8]的研究结果显示,DWI 技术对非小细胞肺癌同步放化疗后的近期疗效有一定的预测价值。Cakmak 等^[9]利用 1.5T MR 的 DWI 技术对 47 例 62 个胸部结节进行分析,测量病灶的 ADC 值和病灶-脊髓信号强度比(ratio of SIlesion to SIspinal, LSR),结果表明 DWI 可以区分良性和恶性肺部病变,其中 ADC 值的诊断效能稍高于 LSR 值。由于 TSE-DWI 技术在胸部应用中的研究并不多见,未有关于 TSE-DWI 技术在胸部良恶性病变鉴别的报道。在本研究中,由于良性病变的样本量不足,没有对其 ADC 值和病灶-脊髓信号强度比(LSR 值)进行对比分析,但比较了 TSE-DWI 与 EPI-DWI 的信噪比、变形率及成像效率,并对两个序列图像进行主观评分和一致性分析,研究结果显示 TSE-DWI 的信噪比、变形率、成像效率及主观评分都高于 EPI-DWI。因此,TSE-DWI 序列在胸部病灶的显示方面优于 EPI-DWI 序列,可以在胸部孤立性病变的检查中替代 EPI-DWI

序列。

本研究的局限性:样本量不够大,可能会导致数据偏倚,在今后的研究中应当加大样本量;其次,由于TSE-DWI序列需设置多个b值,扫描时间相对较长,因此本研究中未进行多b值的成像研究。

参考文献:

- [1] Meier-Schroers M, Homsy R, Skowasch D, et al. Lung cancer screening with MRI: results of the first screening round[J]. J Cancer Res Clin Oncol, 2018, 144(1): 117-125.
- [2] Mikayama R, Yabuuchi H, Sonoda S, et al. Comparison of intra-voxel incoherent motion diffusion-weighted imaging between turbo spin-echo and echo-planar imaging of the head and neck[J]. Eur Radiol, 2018, 28(1): 316-324.
- [3] Hirata K, Nakaura T, Okuaki T, et al. Comparison of the image quality of turbo spin echo- and echo-planar diffusion-weighted images of the oral cavity[J/OL]. Medicine (Baltimore), 2018, 97(19): e0447. DOI: 10.1097/MD.00000000000010447
- [4] Hiwatashi A, Togao O, Yamashita K, et al. Diffusivity of intraorbital lymphoma vs. inflammation: comparison of single shot tur-

- bo spin echo and multishot echo planar imaging techniques[J]. Eur Radiol, 2018, 28(1): 325-330.
- [5] 周舒畅,王玉锦,胡琼洁,等. 2017 RSNA 胸部影像学[J]. 放射学实践, 2018, 33(3): 229-237.
- [6] Cakmar C, Genchellac H, Temiz Z, et al. Diffusion weighted magnetic resonance imaging for the characterization of solitary pulmonary lesions[J]. Balkan Med J, 2015, 32(4): 403-409.
- [7] Chen GX, Wang MH, Zheng T, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging for the detection of metastatic lymph nodes in patients with lung cancer: A meta-analysis[J]. Mol Clin Oncol, 2017, 6(3): 344-354.
- [8] Xu HD, Zhang YQ, Shen WY, et al. Diffusion-weighted imaging in evaluating the efficacy of concurrent chemoradiotherapy in the treatment of non-small cell lung cancer[J]. Tumori, 2018, 104(3): 188-195.
- [9] Cakmak V, Ufuk F, Karabulut N, et al. Diffusion-weighted MRI of pulmonary lesions: comparison of apparent diffusion coefficient and lesion-to-spinal cord signal intensity ratio in lesion characterization[J]. J Magn Reson Imaging, 2017, 45(3): 845-854.

(收稿日期:2019-01-08 修回日期:2019-04-30)

关于开放科学标识(OSID)码告《放射学实践》杂志作者和读者书

《放射学实践》杂志自2018年4月起正式加入OSID开放科学计划。通过在杂志每篇论文上添加开放科学(资源服务)标识码(Open Science Identity, OSID),为读者和作者们提供增值服务。每一篇被纳入OSID开放科学计划的论文,将匹配一个专属的OSID识别码。此码就如同一个具有交互功能的论文“身份证”,给作者提供了更好地与业界同伴交流成果的途径。

OSID码中包含以下5项内容:①作者介绍论文的语音(不超过1分钟);②作者与读者在线交流;③作者与读者互动交流精选问答合集;④作者本篇论文的读者圈;⑤论文附加说明(可选择上传论文相关图片或视频)。其中,作者介绍论文的语音是OSID识别码必须包含的内容;论文附加说明中,可上传论文相关图片或视频,这为弥补纸载体承载内容的局限性提供了一种有效途径。这5项互动内容,让作者的论文转换成知识工作者互动、交流的载体平台,使论文变得与众不同,从而提升论文的阅读量和下载量和引用率,并促进学术交流。上传论文的语音介绍,是一种传播作者学术成果的途径,能更好地展现作者的研究成果,提升作者的影响力和学术评价。

同时,我们会为每篇论文的作者开通一个OSID开放科学作者账号,并通过邮件告知作者。作者通过微信扫描邮件中的二维码并关注公众号“SAYS管理平台”,上传对所著论文的1分钟语音介绍,以及附加说明(实验过程、推演数据、图像、视频等),完成本刊稿件录取、发表之前的最后一步。登陆作者账号后,作者即刻拥有所著论文的读者圈和问答,可与读者进行交流互动(读者只需在微信上扫OSID码,即可直接向作者提问或互动沟通)。

如您有任何疑问,请咨询工作人员 刘琦(电话:18062026009;微信/QQ:249115562)

董盈盈(电话:15623095186;QQ:2368705356;微信号:UED-Test1)

感谢您对本刊的支持,欢迎继续赐稿!

《放射学实践》杂志社