

DWI 联合 CT 对肺内良恶性病变的鉴别诊断价值

江慎林, 龚良庚, 周战梅, 岑小杰, 洪琪, 朱标, 江久, 陈伟, 黄萍萍, 董爱红

【摘要】 目的:探讨 DWI 联合 CT 对肺内良、恶性病变的鉴别诊断价值。方法:搜集经病理或治疗后随访证实的肺内病变共 68 例,其中恶性病变 46 例,良性病变 22 例,所有患者均在接受治疗及病理检查前行 CT 平扫+增强扫描及 DWI 检查,记录 b 值为 800 s/mm² 时病变的平均表观扩散系数值(ADC 值),分析良、恶性病变的 ADC 值差异,计算 ROC 曲线下面积,判断 ADC 值的最佳阈值及鉴别诊断效能,对比分析单独使用 CT 与 CT 联合 DWI 的诊断效能。结果:肺内良性病变的平均 ADC 值为 $(1.712 \pm 0.293) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,恶性病变的平均 ADC 值为 $(1.219 \pm 0.138) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,良、恶性病变的平均 ADC 值差异有统计学意义($P < 0.05$)。ADC 值的最佳诊断阈值为 $1.522 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时,ROC 曲线的曲线下面积最大(0.942),对肺内良、恶性病变鉴别诊断的敏感度为 72.7%,特异度为 100%,诊断符合率为 91.2%;CT 对肺内良恶性病变的诊断符合率为 88.2%,CT 与 DWI 联合的诊断符合率为 95.6%。结论:DWI 联合 CT 可提高对肺内良、恶性病变的鉴别诊断符合率。

【关键词】 肺疾病;肺癌;磁共振成像;体层摄影术,X 线计算机;扩散加权成像;表观扩散系数

【中图分类号】 R563;R734.2;R445.2;R814.42 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2020)09-1117-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.09.008

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The diagnostic value of diffusion-weighted imaging combined with CT scan in differentiating between benign and malignant lesions of the lung JIANG Shen-lin, GONG liang-geng, ZHOU Zan-mei, et al. Department of Imaging, Jingdezhen Hospital of Traditional Chinese Medicine, Jiangxi 333000, China

【Abstract】 Objective: To explore the diagnostic value of diffusion-weighted imaging combined with CT scan in differentiating between pulmonary benign and malignant lesions. **Methods:** A total of 68 cases of pulmonary lesions confirmed by pathology or follow-up after treatment were collected, including 46 cases of malignant lesions and 22 cases of benign lesions. All patients underwent plain & enhanced CT scan and MR scan before treatment and pathological examination. The average apparent diffusion coefficient value (ADC value) of lesion was recorded when b-value was 800s/mm², and the difference of ADC value between benign and malignant lesions was analyzed. The area under the ROC curve was calculated to determine the optimal threshold of ADC value and its efficacy for differential diagnosis. The diagnostic efficacy of CT alone and CT combined with DWI was compared. **Results:** The mean ADC value was $(1.712 \pm 0.293) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ in pulmonary benign lesions and $(1.219 \pm 0.138) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ in pulmonary malignant lesions. There were significant differences in the mean ADC values of benign and malignant lesions ($P < 0.05$). When the optimal diagnostic threshold of ADC value was $1.522 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, the maximum area under the ROC curve was 0.942. The sensitivity, specificity and diagnostic accordance rate of the differential diagnosis of pulmonary benign and malignant lesions was 72.7%, 100% and 91.2%, respectively. The diagnostic accordance rate of CT alone in pulmonary benign and malignant lesions was 88.2%, and that of CT combined with DWI was 95.6%. **Conclusion:** DWI combined with CT can increase the accordance rate for differential diagnosis of benign and malignant lesions of the lung.

作者单位:333000 江西,景德镇市中医医院影像科(江慎林、岑小杰、江久、洪琪、朱标、陈伟、黄萍萍、董爱红);330000 南昌,南昌大学第二附属医院影像中心(龚良庚);333000 江西,景德镇市第二人民医院放射科(周战梅)

作者简介:江慎林(1979-),男,江西人,硕士,主治医师,主要从事中枢神经系统影像诊断工作。

通讯作者:龚良庚, E-mail: gong111999@163.com

基金项目:江西省卫健委科技计划项目(20197265)

【Key words】 Lung disease; Lung cancer; Magnetic resonance imaging; Tomography, X-ray computer; Diffusion weighted imaging; Apparent diffusion coefficient

肺癌是目前世界上发病率和死亡率最高的恶性肿瘤之一,在我国高居首位^[1]。肺内良恶性病变乃至不同类型的肺癌之间其生物学特性、治疗方案及预后评估等均存在差异,因此正确诊断显得尤为关键。扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)是唯一一种反映活体组织内水分子扩散运动的无创检查技术,被广泛用于肿瘤性疾病的诊断与鉴别诊断。本文旨在探讨 DWI 对肺内良、恶性病变的鉴别诊断价值,并与 CT 平扫及增强扫描进行比较,进一步探讨 DWI 联合 CT 对肺内良、恶性病变的鉴别诊断效能。

材料与方 法

1. 病例资料

搜集 2018 年 4 月—2019 年 12 月景德镇市中医医院经 CT 扫描发现的直径 1.5 cm 以上的肺孤立性结节、肿块或炎性实变等共 68 例患者,其中肺癌 46 例,良性病变 22 例,男 44 例,女 24 例,年龄 34~81 岁,中位年龄 54.6 岁。病例纳入标准:①无严重肝、肾、甲状腺等功能异常及磁共振相应禁忌证,且无其他原发肿瘤及转移病史;②所有患者均于手术或治疗前行 CT 检查,并于发现病变后 3 天内行 MRI 常规及 DWI 检查;③经病理组织学或临床治疗后证实;④病变类型主要为孤立的结节、肿块及片状、不规则状实变或不张等。

最终经病理或治疗后复查证实的入组病例中包括 46 例肺癌和 22 例良性病变。46 例肺癌中鳞状细胞癌 23 例,腺癌 14 例,小细胞肺癌 4 例,大细胞肺癌 2 例,腺鳞癌 3 例;22 例良性病变中炎性肿块样病变 13 例(其中炎性肉芽肿 4 例,机化性肺炎 2 例,炎性实变 3 例,肺不张 4 例),肺结核 5 例(包括结核球及不规则斑片状增殖灶),隐球菌感染 3 例,纤维瘤样病变 1 例。所有患者于检查前均签知情同意书。

2. 检查方法

CT 检查采用 GE 16 层 Optima CT520Pro 螺旋 CT 机。首先行常规肺部扫描,取仰卧位头先进方式,并于深吸气后行胸部连续螺旋容积扫描,扫描范围从肺尖至肺底,扫描参数:120 kV, 80~160 mAs, 视野 30 cm×30 cm, 距阵 512×512, 层间距 5 mm, 平扫结束后行层厚 1.25 mm 的薄层图像重建,发现符合条件的病变行肺部 CT 增强扫描,增强扫描前排除既往相关药物过敏史患者,增强扫描使用高压注射器经肘静脉一次性注入非离子对比剂碘海醇(350 mg I/mL),剂量 1.5 mL/kg,注射流率 2.7~3.3 mL/s。

MRI 检查采用 Siemens Magnetom Essenza1.5T MRI 超导成像仪,8 通道体部相控阵线圈。受试者取仰卧位,双手抱头,采用呼吸门控和心电门控技术。先行常规 T₁WI 横轴面、T₂WI 冠状面、T₂WISPIR 横轴面及 DWI 横轴面检查,扫描序列及参数:T₁WI/TFE 序列,TR/TE 5.0/2.5 ms,视野 309 mm×380 mm,矩阵 196×320,层厚 3 mm;T₂WI/TSE 序列,TR/TE 3312/95 ms,视野 363 mm×363 mm,矩阵 320×320,层厚 6 mm;DWI 采用单次激发,自旋回波-回波平面成像(single shot-spin echo-echo planar imaging, SS-SE-EPI),同时在 X、Y、Z 轴三个方向上施加扩散敏感梯度脉冲,b 值取 800 s/mm²,TR/TE 5000/94 ms,视野 297 mm×380 mm,矩阵 240×384,层厚及层间距分别为 6.0 mm 和 1.2 mm。

3. 图像分析及数据处理

将 CT 扫描原始数据传输到后处理工作站,应用图像后处理工作站的容积再现和多平面重组技术对原始数据进行图像重建。由两位经验丰富的放射科医生,在病理结果及患者相关信息均未知的情况下分别单独分析病变并测量 CT 值,观察病变的密度、边界及与周围组织的关系,选取肺结节或肿块最大径层面进行测量,增强各期均需在同一层面进行测量,测量时避开病灶的钙化、坏死区及边缘等,再根据 CT 特征对入组患者进行良恶性诊断。

利用 Siemens 后处理工作站将 DWI 原始数据生成 ADC 图,由 2 位经验丰富的放射科医生在不知病理结果的情况下进行分析。对比 CT 图像,在常规 MRI 及 DWI 序列上观察病变特征,在 ADC 图上结合 CT 及 T₁WI、T₂WI 序列图像,避开病灶内的坏死、囊变及钙化区,在病灶实性部分选取最佳兴趣区(region of interest, ROI),ROI 面积约 20 mm²,放置在病变实性部位面积较大的位置,分别测量 3 次取平均值为病变的 ADC 值。

4. 统计学分析

采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的数据以均数±标准差表示,肺内良、恶性病变的 ADC 均值比较采用独立样本 t 检验,再根据受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析得出鉴别良、恶性病变的最佳 ADC 阈值,并计算曲线下面积(area under curve, AUC)。以 P<0.05 为差异具有统计学意义。

结果

1. 良、恶性病变各指标比较

在部分肺内良、恶性病变中,由于肺内肿瘤实质与不张的肺组织均表现为片状实性影,而肿瘤的癌性浸润与部分炎性改变表现接近甚至相同,因此CT上较难明确区分,在常规MRI图像上有时也呈稍长 T_1 、稍长 T_2 为主的混杂信号而难以区分;而DWI序列中恶性病变的DWI信号明显高于良性病变,ADC图信号则明显低于良性病变,两者在DWI及ADC图上有相对特异性的影像表现(图1)。

本组病例中恶性病灶46个,良性病灶22个,恶性与良性病变的ADC值分别为 $(1.219 \pm 0.138) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ (表1)和 $(1.712 \pm 0.293) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,良、恶性病变间的ADC值差异有统计学意义($t = 9.4739, P < 0.001$)。ROC曲线分析结果显示,当阈值取 $1.522 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时ROC曲线下面积最大(0.942),此时诊断效能最高,敏感度为72.7%,特异度为100%(图2)。

表1 不同病理类型肺癌的ADC值测量结果

病理类型	病例数	ADC值($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)
鳞癌	23	1.188 \pm 0.090
腺癌	14	1.369 \pm 0.063
腺鳞癌	3	1.134 \pm 0.133
小细胞肺癌	4	0.984 \pm 0.017
大细胞肺癌	2	1.124 \pm 0.045

通过与病理或治疗后复查结果进行对照,68例肺内病变中,常规CT平扫+增强扫描诊断正确60例,诊断符合率为88.2%。当ADC值取最佳阈值

($1.522 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)时,鉴别诊断效能最高,MRI诊断正确62例,诊断符合率为91.2%,CT与MRI的诊断符合率差异无统计学意义($P > 0.05$)。本研究中CT对部分肺炎性实变、肺不张、富血管病变与肺癌的鉴别诊断存在误判,同时对部分阻塞性肺炎与癌性浸润的鉴别也存在误判;而DWI则对高分化腺癌与部分细胞密度高的良性病变存在误判。

本组CT误诊病例中,1例肺不张误诊为肺癌,1例纤维瘤样病变误诊为肺癌,1例感染性肉芽肿误诊为肺癌,1例支气管肺泡癌(腺癌)误诊为一般炎性渗出,1例肺癌误诊为肺结核。其中块状不张肺组织的ADC值为 $1.699 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,纤维瘤样病变的ADC值为 $1.654 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,感染性肉芽肿的ADC值为 $1.639 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,均高于最佳阈值($1.522 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)(图3);而另外2例肺癌的ADC值分别为 $1.056 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $1.093 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,均低于最佳阈值。将常规CT与DWI两者结合,则能正确诊断CT误诊的5例,此时鉴别诊断符合率提升至95.6%。

讨论

目前临床上肺部病变的主要检查方法仍然是MSCT,虽然随着CT薄层重建、多平面重组及动态增强等技术的发展,肺内良恶性病变甚至微小结节较以前均能更好地显示乃至区分,但受CT密度分辨率的影响,对缺乏相关特异性CT征象的病变仍存在一定误差,增强CT扫描虽然有助于肿瘤的血管评估,但对于部分肉芽肿或富血管良性病变则可能产生假阳性结果^[2]。DWI能通过宏观成像反映活体组织中水分子

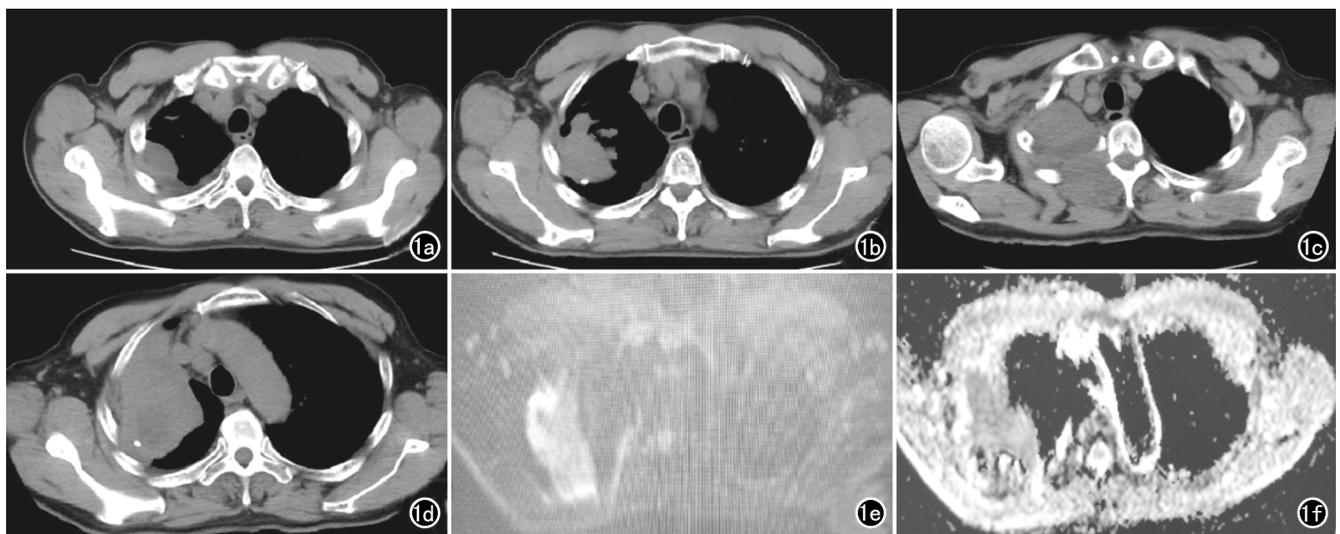


图1 右上肺尖鳞癌患者,男,67岁。a、b)平扫胸部CT纵膈窗图像,右上肺尖见不规则斑片状、块状软组织密度影,边缘见点状钙化灶,周围骨质未见破坏等异常征象;c、d)患者8个月后复查胸部CT纵膈窗图像,病变较前明显增大,同时出现右侧第3后肋骨质破坏;e)DWI图像示病变信号较高;f)ADC图像示病变以低信号为主,ADC值为 $1.093 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

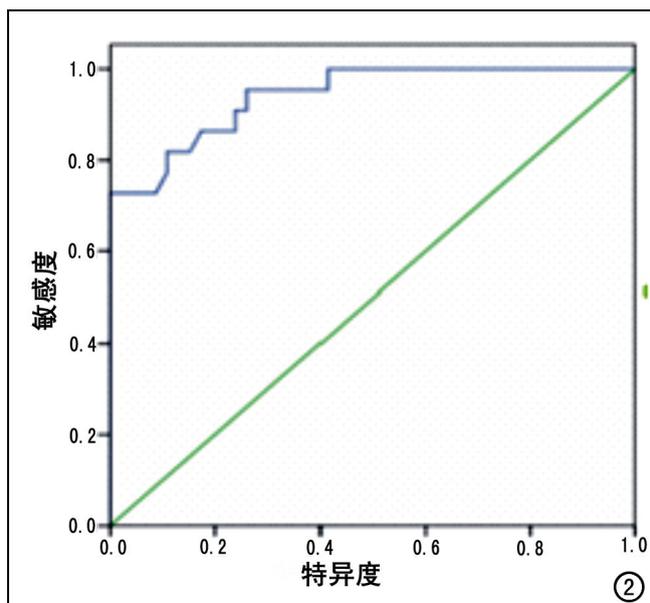


图2 ADC值诊断肺内良、恶性病变的ROC曲线图。

的微观扩散运动^[3],以往文献报道DWI对术前肺良恶性病变的鉴别诊断有较好的应用前景^[4,5]。人体内微环境中的水分子扩散运动受细胞膜、大分子等屏障限制及细胞核/浆比值、细胞密度的影响。恶性肿瘤组织细胞排列致密、胞外间隙小,加上细胞核增大、核浆比增高,使水分子扩散运动受限、变慢;而良性肿瘤及坏死组织中水分子的运动相对自由。DWI是目前唯一能在活体组织内进行水分子扩散测量及成像的无创性检查技术,通过测量施加扩散敏感梯度场前后组织信号强度的变化来检测活体组织中水分子的微观扩散运动方向和程度^[6],因此,可以利用ADC值对体内水分子运动的定量分析来反映肿瘤组织的良恶性。

本研究结果显示当b值取 $800\text{s}/\text{mm}^2$ 时,肺内良、恶性病变的ADC值分别为 $(1.712 \pm 0.293) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 和 $(1.219 \pm 0.138) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,肺恶性肿瘤的ADC值明显小于良性病变且差异有统计学意义($P < 0.001$),这与以往研究结果一致^[7]。当ADC值最佳阈值取 $1.522 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 时,鉴别诊断良恶性病变的敏感度、特异度分别为72.7%

和100%,AUC为0.942,表明ADC值对鉴别肺内良、恶性病变具有一定价值,这与俞家熙等^[8]的研究结果一致。准确诊断肿瘤的范围、位置,对靶向放疗方案的选择十分重要^[9]。在DWI图像上,肺癌实质及恶性浸润的信号强度均高于不张的肺组织、阻塞性肺炎及良性肿瘤样病变,有利于病变的区分、定位。本研究中CT将3例良性病变误诊为肺癌,其中块状不张肺组织的ADC值为 $1.699 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,纤维瘤样病变的ADC值为 $1.654 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,炎性肉芽肿的ADC值为 $1.639 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,ADC值均高于最佳阈值($1.522 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$);而另外2例误诊为良性病变的肺癌,其ADC值分别为 $1.056 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $1.093 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,均低于最佳阈值,说明ADC值有助于良恶性病变的鉴别诊断。

本研究结果显示ADC值与癌组织的病理类型存在相关性,本组病例涵盖腺癌、鳞癌、大细胞癌、小细胞癌和腺鳞癌这5组不同的病理类型,腺癌、小细胞肺癌与另外3种病理类型肺癌的ADC值差异均有统计学意义($P < 0.05$),其余类型两两比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),表明ADC值的测量可为术前鉴别腺

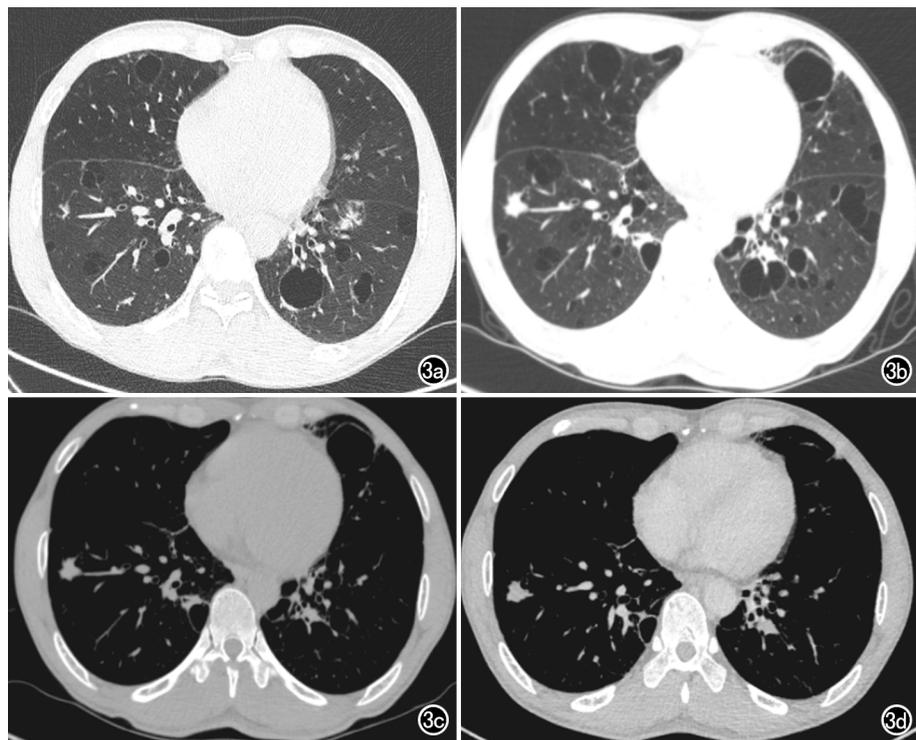


图3 患者,男,40岁,镜下(右下肺)见肺组织,肺泡上皮组织增生,肺泡间隔增宽,伴较多慢性炎性细胞浸润,局灶区纤维化灶。病变的平均ADC值约 $1.639 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,高于最佳阈值,位于良性病变的ADC值范围。a)患者初次胸部CT平扫肺窗图像,右肺下叶可见不规则小结节;b)患者1年后复查胸部CT肺窗图像,显示病变较前增大;c)平扫纵膈窗图像,CT值为17HU;d)增强扫描纵膈窗图像,CT值为20HU,病变强化不明显。

癌、小细胞肺癌与其它病理类型肺癌提供一定参考,为术前临床评估病情及制定治疗方案提供相关信息,这与翁静飞等^[9,10]的研究结果一致。关于中央型肺癌与周围型肺癌的鉴别,在 CT 上根据支气管的分级较 ADC 值定量分析更具优势,陈光祥等^[7]研究得出中央型肺癌与周围型肺癌的 ADC 值差异无统计学意义的结论。

综上所述,本研究结果显示 CT 与 DWI 对肺内良、恶性病变的诊断符合率差异无统计学意义(分别为 88.2% 和 91.2%),但两者联合的诊断符合率高达 95.6%,表明 DWI 与 CT 的联合应用可以显著提高肺内良、恶性病变的鉴别诊断效能。在临床工作中,若常规 CT 检查对肺内病变的良恶性诊断较为困难,可以将 CT 与 DWI 联合应用于良、恶性病变的鉴别诊断,进一步提高诊断符合率,为临床诊治提供更多有价值的信息。

参考文献:

[1] Liu BQ, Peto R, Chen ZM, et al. Emerging tobacco hazards in china: I. Retrospective proportional mortality study of one million deaths[J]. BMJ, 1998, 317(7170): 1411-1422.

- [2] 樊文龙. 肺部结节、肿块样病变的磁共振临床研究[J]. 影像研究与医学应用, 2019, 3(9): 48-49.
- [3] Mukherji SK, Chenevert TL, Castillo M. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging[J]. J Neuroophthalmol, 2002, 22(2): 118-122.
- [4] Gumustas S, Inan N, Akansel G, et al. Differentiation of malignant and benign lung lesions with diffusion-weighted mr imaging[J]. Radiol Oncol, 2012, 46(2): 106-113.
- [5] 黄文起. 磁共振成像对周围型肺癌的诊断价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2011, 9(2): 35-37.
- [6] 钟丽, 孙玲. 1.5T DWI 在肺内良、恶性病变鉴别诊断中最适 b 值的探讨[J]. 放射学实践, 2015, 30(2): 141-144.
- [7] 陈光祥, 屈春晖, 郑婷, 等. MR 扩散加权成像鉴别肺良恶性病变[J]. 放射学实践, 2013, 28(7): 763-766.
- [8] 俞家熙, 雷永霞, 彭亚辉, 等. 肺孤立性实性病变的 MRI 扩散成像与 MSCT 诊断价值的比较分析[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2015, 13(3): 27-29.
- [9] 翁静飞, 韩福刚. 扩散加权成像在肺癌中的应用进展[J]. 医学综述, 2017, 23(4): 771-774.
- [10] 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.

(收稿日期: 2020-02-26 修回日期: 2020-04-01)

下期要目

出院后 67 例新型冠状病毒肺炎胸部 CT 随访
体素内不相干运动 DWI 对子宫内膜癌术前肿瘤
分级评估

穿透性胎盘植入并侵犯膀胱 MRI 征象

肝内胆管癌微血管侵犯术前影像学诊断

儿童先天性门体静脉分流临床及 CT 表现

不同体位对坐骨股骨间隙及股方肌间隙影响的 MRI 研究

CT 引导下 Hookwire 联合弹簧圈定位肺内磨玻璃
结节

CAD 整合入前列腺多参数 MRI 结构化报告:

低经验读片者诊断效能研究

3.0T MRI 联合 X 线检查在触诊阴性含有钙化灶乳腺癌
诊断临床应用

U-Net 模型在 CT 图像实现肾实质和肾窦分割及体积和
径线测量

100kVp 管电压不同重建算法对 AI 辅助检测肺结节
效能影响

急性胰腺炎腹膜下间隙扩散程度 MR 表现与
临床严重程度相关性