

## Comparison on Star-VIBE and T1-VIBE MRI for displaying peripheral lung cancer

JIANG Jianqin<sup>1,2</sup>, LI Zhenzhen<sup>3</sup>, HONG Qin<sup>1</sup>, XIAO Yong<sup>1</sup>, ZHOU Xiao<sup>1</sup>,  
XU Gaofeng<sup>1</sup>, FU Yigang<sup>1\*</sup>, HU Chunhong<sup>2</sup>

(1. Department of Radiology, Yancheng No.1 People's Hospital, Yancheng 224000, China;

2. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Soochow University,

Suzhou 215006, China; 3. Department of Nuclear Medicine, Yancheng

Third People's Hospital, Yancheng 224000, China)

**[Abstract]** **Objective** To compare the value of stack-of-stars-volumetric interpolated breath-hold examination (Star-VIBE) and T1-volumetric interpolated breath-hold examination (T1-VIBE) MRI for displaying peripheral lung cancer.

**Methods** Fifty-two patients with 56 peripheral lung cancer were prospectively enrolled, and chest Star-VIBE and T1-VIBE MRI were acquired. The morphological features were observed, and the subjective scores were recorded. The maximum diameter, signal-to-noise ratio (SNR) and contrast-to-noise ratio (CNR) of lesions were measured based on Star-VIBE and T1-VIBE MRI, respectively. Taken CT as the references, the value of Star-VIBE and T1-VIBE MRI for displaying peripheral lung cancer were compared. **Results** Star-VIBE MRI had higher scores for displaying spiculation sign, lobulation sign, pleural depression sign and halo sign than T1-VIBE (both  $P < 0.05$ ). CNR and SNR of Star-VIBE MRI were significantly higher than those of T1-VIBE (both  $P < 0.001$ ). No significant difference of the maximum diameter of lesions measured based on Star-VIBE and T1-VIBE MRI compared with CT was found, nor between Star-VIBE and T1-VIBE MRI (all  $P > 0.05$ ).

**Conclusion** Star-VIBE MRI had better value for displaying peripheral lung cancer than T1-VIBE.

**[Keywords]** lung neoplasms; magnetic resonance imaging; prospective studies

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2024.06.013

## 比较 Star-VIBE 与 T1-VIBE MRI 显示周围型肺癌

江建芹<sup>1,2</sup>, 李真真<sup>3</sup>, 洪琴<sup>1</sup>, 肖勇<sup>1</sup>, 周笑<sup>1</sup>, 徐高峰<sup>1</sup>, 符益纲<sup>1\*</sup>, 胡春洪<sup>2</sup>

(1. 盐城市第一人民医院影像科, 江苏 盐城 224000; 2. 苏州大学附属第一医院影像科,

江苏 苏州 215006; 3. 盐城市第三人民医院核医学科, 江苏 盐城 224000)

**[摘要]** **目的** 比较星形堆叠容积内插屏气(Star-VIBE)与 T1-容积内插屏气(T1-VIBE)MRI 显示周围型肺癌的价值。

**方法** 前瞻性对 52 例周围型肺癌患者共 56 个病灶行胸部 Star-VIBE 和 T1-VIBE MR 检查。基于 2 种序列图像观察形态学征象并进行主观评分; 测量病灶最大径、信噪比(SNR)及对比度噪声比(CNR); 以 CT 为参考, 比较 Star-VIBE 和 T1-VIBE MRI 显示周围型肺癌的价值。 **结果** Star-VIBE MRI 显示毛刺征、分叶征、胸膜凹陷征和晕征优于 T1-VIBE( $P$  均 $<0.05$ )。Star-VIBE MRI 的 CNR 及 SNR 均显著高于 T1-VIBE( $P$  均 $<0.001$ ); 2 种 MRI 之间及其与 CT 所示病灶最大径之间差异均无统计学意义( $P$  均 $>0.05$ )。 **结论** Star-VIBE MRI 显示周围型肺癌优于 T1-VIBE。

**[关键词]** 肺肿瘤; 磁共振成像; 前瞻性研究

**[中图分类号]** R734.2; R445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2024)06-0858-05

**[基金项目]** 盐城市重点研发计划(社会发展)指导性项目(YCBE202211)、徐州医科大学附属医院优秀人才基金项目(XYFY202304)。

**[第一作者]** 江建芹(1990—), 女, 江苏盐城人, 博士, 主治医师。研究方向: 胸部影像诊断。E-mail: 1021809719@qq.com

**[通信作者]** 符益纲, 盐城市第一人民医院影像科, 224000。E-mail: fuyigang2004@163.com

**[收稿日期]** 2023-12-22 **[修回日期]** 2024-01-31

肺癌是常见恶性肿瘤<sup>[1]</sup>, MRI 在诊断肺癌、预测其病理分型及疗效等方面具有较大潜力<sup>[2]</sup>。T1-容积内插屏气 (volumetric interpolated breath-hold examination, VIBE) 序列为肺部 MR 常规序列, 分辨率高、扫描时间短, 但需屏气检查<sup>[3]</sup>。星形堆叠 VIBE (stack-of-stars-VIBE, Star-VIBE) 序列为放射状 K 空间填充自由呼吸容积内插序列, 既往研究<sup>[4-6]</sup>表明, 其肺部图像质量及检出小结节能力优于传统 T1-VIBE, 可用于评估肺实变、纵隔淋巴结增大及肺占位等<sup>[7-8]</sup>。本研究以 CT 为参考, 比较 Star-VIBE 与 T1-VIBE MRI 显示周围型肺癌的价值。

## 1 资料与方法

1.1 研究对象 前瞻性纳入 2020 年 6 月—2021 年 10 月盐城市第一人民医院 52 例周围型肺癌患者, 男 33 例、女 19 例, 年龄 32~77 岁、平均 (64.7±9.2) 岁; 其中 4 例多发、48 例单发, 共 56 个肺癌病灶, 最大径 1.2~8.2 cm、平均 (3.86±1.80) cm, 24 个最大径 ≤ 3 cm、32 个 > 3 cm; 23 个位于右肺上叶, 6 个位于右肺中叶, 右肺下叶 13 个, 左肺上叶 9 个, 左肺下叶 5 个; 包括腺癌 29 个、鳞癌 17 个、小细胞肺癌 9 个、非典型肺癌 1 个; 22 例接受手术并经术后病理确诊, 30 例通过支气管镜检查或经皮穿刺活检获得病理诊断。纳入标准: ①CT 提示肺周围型占位最大径 > 1.0 cm, 且实性成分占比 > 1/2; ②MR 检查前未接受穿刺、支气管镜等侵入性检查, 且无相关禁忌证; ③于 MR 检查后 1 个月内经病理确诊肺癌。排除图像存在明显伪影及变形者。本研究获院伦理委员会批准 (【2020】-(k-063)), 检查前患者均签署知情同意书。

## 1.2 仪器与方法

1.2.1 CT 采用 Siemens SOMATOM Definition AS 64 排 128 层螺旋 CT 行胸部扫描。嘱患者仰卧、头先进, 上举双臂, 于深吸气后屏气接受扫描; 以管电压 120 keV、CARE Dose4D 调节管电流进行扫描, 采用标准肺部算法重建图像, 重建层厚 1.0 mm、重建层间距 1.0 mm。于 Siemens 后处理工作站 (Syngo. via) 观察图像, 肺窗、纵隔窗图像分别为窗宽 1 000 HU、窗位 -700 HU 和窗宽 400 HU、窗位 40 HU。

1.2.2 MRI 于 CT 检查后 1 周内行胸部 MR 检查。采用 Siemens MAGNETOM Skyra 3.0T MR 仪、18 通道体表线圈, 嘱患者仰卧、头先进, 扫描范围从胸廓入口至膈肌下方水平; 参数: 轴位 T2 快速刀锋伪影校正 (fast-BLADE, fBLADE) 序列, 呼吸触发扫描, TR 2 000 ms, TE 90 ms, FOV 360 mm×360 mm, 矩阵

320×320, 层厚 5.0 mm, 层数 24; 屏气轴位 T1-VIBE 序列, TR 4.22 ms, TE 1.9 ms, FOV 380 mm×380 mm, 矩阵 384×384, 层厚 3.0 mm, 层数 64, 扫描时间 21 s; 自由呼吸轴位 Star-VIBE 序列 TR 2.8 ms, TE 1.4 ms, FOV 320 mm×320 mm, 矩阵 320×320, 层厚 1.2 mm, 层数 160, 扫描时间 330 s。

1.3 评价图像 由分别具有 10 年 (医师 1) 和 20 年 (医师 2) 胸部影像学诊断经验的放射科医师各 1 名独立对 Star-VIBE 和 T1-VIBE MRI 进行主、客观评价。以 CT 为参考, 观察病灶形态学征象并进行主观评分 (表 1), 评估 2 种序列显示各征象的效能: ①分叶征, 指病灶轮廓呈弧形凸起; ②毛刺征, 指病灶边缘向周围肺实质伸展的呈放射状排列的短细、僵直细线; ③胸膜凹陷征, 指病灶与邻近胸膜之间的三角形; ④晕征, 指磨玻璃影环绕病灶; ⑤空洞, 指壁完整的含气腔隙, 洞壁厚度一般 > 1 mm; ⑥空泡, 指病灶内直径 < 5 mm 的低密度或低信号透亮灶; ⑦含气支气管征, 指病灶内管状或长条状低密度气体。选取显示病灶最大层面图像, 避开出血、坏死、空洞及伪影等区域于病灶内勾画 1 个 1~3 cm<sup>2</sup> ROI, 同时分别于胸壁肌肉及背景处放置 1 及 4 个相同大小 ROI, 测量病灶及胸壁肌肉 ROI 信号强度 (signal intensity, SI) 并记为 SI<sub>病变</sub>、SI<sub>胸壁</sub>, 测量 4 处背景 ROI 标准差 (standard deviation, SD) 并将其均值记为 SD<sub>噪声</sub> (图 1)<sup>[4]</sup>; 计算信噪比 (signal-to-noise ratio, SNR) 及对比度噪声比 (contrast-to-noise ratio, CNR):  $SNR = SI_{病变} / SD_{噪声}$ ,  $CNR = (SI_{病变} - SI_{胸壁}) / SD_{噪声}$ ; 并记录病灶最大径。

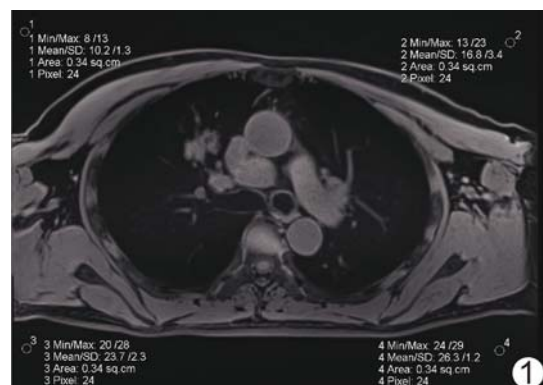


图 1 于 MRI 中勾画周围型肺癌背景 ROI 示意图 (圆圈 1、2、3、4 为 ROI)

1.4 统计学分析 采用 SPSS 20.0 统计分析软件。以  $\bar{x} \pm s$  表示符合正态分布的计量资料, 采用配对样本 *t* 检验比较 CNR、SNR 及病灶最大径, 以 Wilcoxon 秩和检验比较主观评分。以 Kappa 检验比较观察者间主

表 1 主观评价 MRI 显示周围型肺癌形态学征象标准

评分	显示征象	伪影
1	未能显示	严重伪影
2	边缘显示不清	明显伪影
3	边缘模糊	中度伪影
4	边缘清晰	轻度伪影
5	边缘锐利	无伪影

观评分结果的一致性,分别以 Kappa 值 > 0.80、0.61~0.80、0.41~0.60、0.21~0.40 及 ≤ 0.20 为一致性极好、好、中等、差及极差。采用组内相关系数(intra-class correlation coefficient, ICC)评价观察者间测量各参数的一致性,以 ICC > 0.75 为一致性好。P < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 主观评分 医师 1 对 Star-VIBE MRI 显示分叶征、毛刺征、胸膜凹陷征、晕征、空洞、空泡及含气支气管征的评分分别为 5.00 ± 0、5.00 ± 0、5.00 ± 0、4.33 ± 0.71、4.67 ± 0.52、4.50 ± 0.91 和 4.36 ± 0.79, T1-VIBE 分别为 5.00 ± 0、4.00 ± 1.00、4.00 ± 2.00、3.22 ± 1.09、4.33 ± 0.82、4.25 ± 0.62、4.00 ± 0.93; 医师 2 对 Star-VIBE 的评分分别为 5.00 ± 0、5.00 ± 0、5.00 ± 0、4.22 ± 0.83、4.50 ± 0.84、5.00 ± 1.00 和 4.50 ± 1.00, T1-VIBE 分别为 4.00 ± 1.00、4.00 ± 1.25、3.92 ± 0.94、3.22 ± 0.83、4.17 ± 0.98、4.25 ±

0.75 和 3.91 ± 0.87。观察者间主观评分的一致性均为好或极好(Kappa 值 = 0.617~0.824, P 均 < 0.05)。

以 CT 为参考,Star-VIBE 及 T1-VIBE MRI 显示周围型肺癌形态学征象的效能见表 2;除晕征外,其显示各形态学征象的敏感度及阳性预测值均 > 80.00% (81.82%~100%)。见图 2~4。

2.2 客观评分 观察者间测量 CNR、SNR 及病灶最大径结果的一致性均好(ICC 均 > 0.75)。Star-VIBE MRI 的 CNR 及 SNR 均显著高于 T1-VIBE(P 均 < 0.001,表 3)。医师 1、2 基于 Star-VIBE 所测病灶最大径分别为 (3.90 ± 1.85)cm 及 (3.89 ± 1.89)cm,基于 T1-VIBE 的分别为 (3.84 ± 1.88)cm 及 (3.85 ± 1.89)cm,二者之间及其与 CT[(3.86 ± 1.80)cm]之间差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。

## 3 讨论

既往有学者<sup>[9]</sup>认为 MRI 显示肺癌内部结构的能力与 CT 相当,而显示边缘特征则逊于 CT。YAN 等<sup>[4]</sup>指出,联合应用 Star-VIBE 和 T2-fBLADE 显示肺结核病灶内坏死及空腔、淋巴结增大和少量胸腔积液等均优于 CT。

本研究对比胸部 Star-VIBE 与 T1-VIBE MRI,发现前者显示周围型肺癌更佳,与既往研究<sup>[4-5,10]</sup>结果类似,主要原因在于 Star-VIBE 序列支持在自由呼吸状

表 2 Star-VIBE 与 T1-VIBE MRI 显示周围型肺癌形态学征象效能比较

形态学征象	CT 显示病灶数 (个)	Star-VIBE 序列			T1-VIBE 序列		
		显示病灶数(个)	敏感度	阳性预测值	显示病灶数(个)	敏感度	阳性预测值
分叶征	50	50	100%	100%	49	98.00%	100%
毛刺征	51	47	88.24%	95.74%	45	84.31%	95.56%
胸膜凹陷征	33	28	84.85%	100%	28	81.82%	96.43%
晕征	14	16	85.71%	75.00%	11	64.29%	81.82%
空洞	6	6	100%	100%	6	100%	100%
空泡	13	12	92.31%	100%	13	92.31%	92.31%
含气支气管征	26	25	92.31%	96.00%	25	88.46%	92.00%



图 2 患者男,59 岁,右肺上叶鳞癌 A. 肺窗 CT 图; B、C. Star-VIBE(B)及 T1-VIBE MRI(C)显示分叶征和毛刺征 (箭示病灶)

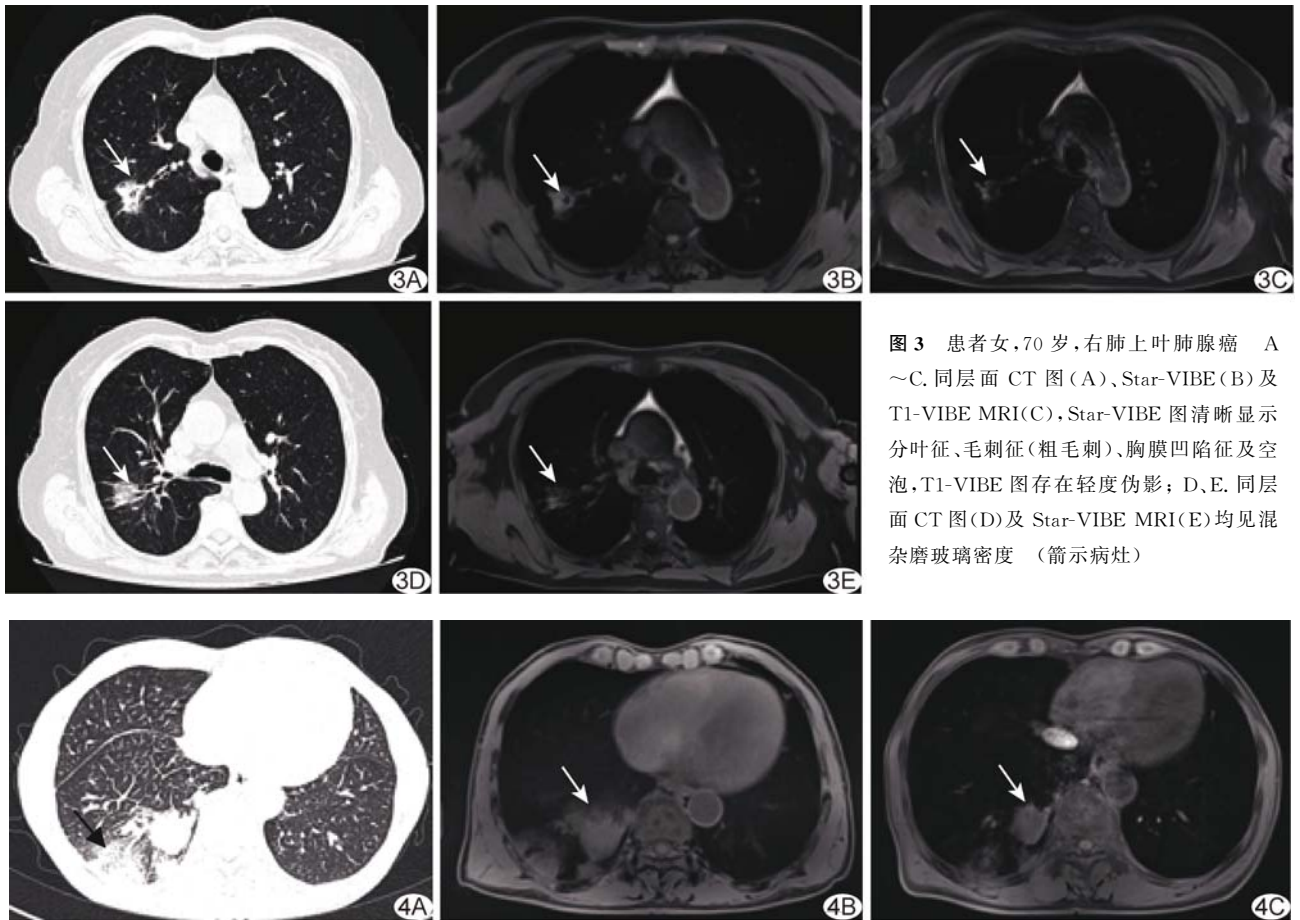


图 3 患者女,70 岁,右肺上叶肺腺癌 A~C. 同层面 CT 图(A)、Star-VIBE (B)及 T1-VIBE MRI(C),Star-VIBE 图清晰显示分叶征、毛刺征(粗毛刺)、胸膜凹陷征及空泡,T1-VIBE 图存在轻度伪影; D、E. 同层面 CT 图(D)及 Star-VIBE MRI(E)均见混杂磨玻璃密度(箭示病灶)

图 4 患者男,59 岁,右肺下叶小细胞肺癌 A. CT 图; B. Star-VIBE MRI; C. T1-VIBE MRI (黑箭示晕征;白箭示 Star-VIBE 误判晕征,为病灶靠近膈肌且患者呼吸不均匀所致)

表 3 周围型肺癌 Star-VIBE 与 T1-VIBE MRI 的 CNR,SNR 比较

序列	CNR			SNR		
	医师 1	医师 2	ICC(95%CI)	医师 1	医师 2	ICC(95%CI)
Star-VIBE	38.78±31.16	36.02±30.96	0.968(0.945,0.981)	212.32±58.47	218.40±53.95	0.904(0.837,0.944)
T1-VIBE	22.84±21.99	21.62±20.86	0.948(0.912,0.970)	139.01±48.08	142.84±35.19	0.899(0.829,0.941)
t 值	5.018	4.460	—	12.485	13.354	—
P 值	<0.001	<0.001	—	<0.001	<0.001	—

态下采集图像,对运动伪影具有一定抑制作用;且除晕征外,Star-VIBE 显示周围型肺癌其他形态学征象的效能均等于或优于 T1-VIBE,与既往研究<sup>[4,11]</sup>结果类似。Star-VIBE MRI 层厚较薄,图像对比度和锐利度更高,晕征显示率高于 T1-VIBE<sup>[6]</sup>;但当患者呼吸节律不均匀时,部分邻近膈肌及心脏大血管病灶边缘模糊,易误判为晕征,使其显示晕征的阳性预测值相对较低。

本研究发现,周围型肺癌各种形态学表现中,Star-VIBE 和 T1-VIBE MRI 显示毛刺征、胸膜凹陷征及晕征的效能稍低。分析原因:①毛刺征表现分为粗

毛刺和细小毛刺,而 MRI 对于细小毛刺的显示率较低<sup>[11-12]</sup>,本研究 Star-VIBE 及 T1-VIBE MRI 未能显示的毛刺征 CT 均表现为细小毛刺;②胸膜凹陷征为瘤周胸膜收缩、牵拉脏层胸膜形成的含液腔隙,而 Star-VIBE 序列于自由呼吸状态下进行扫描,病灶与胸膜的相对位置随呼吸而变化,且液体于 T1WI 中表现为低信号,故显示率较低,但也有研究<sup>[8,13]</sup>认为胸膜凹陷征 T2WI 呈特异性高信号且显示率高于 CT,或可弥补上述不足;③晕征为病灶周围的磨玻璃成分,实性成分少、磁场不均匀,其信号强度明显低于实性肺结节或肿块,故显示率较低<sup>[14]</sup>。



准确测量肺癌病灶大小有助于临床分期,为 MRI 能否替代 CT 进行形态学评估的关键。本研究结果显示,Star-VIBE $[(3.90 \pm 1.85) \text{ cm}、(3.89 \pm 1.89) \text{ cm}]$ 、T1-VIBE MRI $[(3.84 \pm 1.88) \text{ cm}、(3.85 \pm 1.89) \text{ cm}]$ 与 CT 所测周围型肺癌病灶最大径 $[(3.86 \pm 1.80) \text{ cm}]$ 两两之间差异均无统计学意义,与既往研究<sup>[15]</sup>结果一致;而 Star-VIBE 所测病灶最大径稍大于 T1-VIBE,可能与患者呼吸不均匀导致部分病灶边缘显示模糊及 Star-VIBE 对晕征显示率较高有关。亦有研究<sup>[12]</sup>认为,MRI 所测肺结节直径略小于 CT 测值,可能为 MRI 部分容积效应、呼吸运动伪影及磁场不均匀导致结节边缘模糊及亚实性结节周围磨玻璃成分呈低信号所致。

综上所述,Star-VIBE MRI 显示周围型肺癌优于 T1-VIBE。本研究的主要局限性:①为单中心、小样本研究;②未纳入最大径 $\leq 1 \text{ cm}$ 病灶;③未根据病灶最大径及位置进行分组观察;④未比较 Star-VIBE 与 T2W 及其他序列显示肺癌形态学征象的价值,有待进一步研究。

利益冲突:全体作者声明无利益冲突。

作者贡献:江建芹研究设计、统计分析、撰写和修改文章;李真真、洪琴数据采集和图像分析;肖勇指导、查阅文献;周笑图像分析;徐高峰指导、经费支持;符益纲指导、研究实施、经费支持;胡春洪审阅文章。

### [参考文献]

- [1] SIEGEL R L, MILLER K D, FUCHS H E, et al. Cancer statistics, 2021[J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(1):7-33.
- [2] SCHIEBLE M L, PARRAGA G, GEFTER W B, et al. Synopsis from expanding applications of pulmonary MRI in the clinical evaluation of lung disorders: Fleischner society position paper[J]. Chest, 2020, 159(2):492-495.
- [3] BIEDERE J, BEER M, HIRSCH W, et al. MRI of the lung (2/3). Why ... when ... how?[J]. Insights Imaging, 2012, 3(4): 355-371.
- [4] YANG Q, YANG S, SHEN J, et al. 3T magnetic resonance for evaluation of adult pulmonary tuberculosis[J]. Int J Infect Dis, 2020, 93:287-294.
- [5] 李武超,刘远成,杨艳,等.自由呼吸 StarVIBE 序列用于采集胸部 T1WI[J].中国医学影像技术,2020,36(6):923-927.
- [6] YU N, DUAN H, YANG C, et al. Free-breathing radial 3D fat-suppressed T1-weighted gradient echo (r-VIBE) sequence for assessment of pulmonary lesions: A prospective comparison of CT and MRI[J]. Cancer Imaging, 2021, 21(1):68.
- [7] 任占丽,张敏,雷雨欣,等.T1 加权 STAR VIBE 序列与 CT 成像在评估肺实质疾病中的对比研究[J].磁共振成像,2019,10(6): 440-444.
- [8] 党珊,师卫华,段海峰,等.放射状 K 空间填充的自由呼吸容积内插序列对周围型实性肺占位形态学征象的显示价值[J].磁共振成像,2018,9(10):754-758.
- [9] 李武超,王颀,郑念华,等.常规三维容积内插屏气检查序列与自由呼吸 StarVIBE 序列 T1WI 肝脏图像质量对比[J].中国医学影像技术,2018,34(7):1094-1098.
- [10] 吴华伟,程杰军,许建荣,等.3.0T MRI 评价周围型肺癌征象:与常规 CT 对照[J].中国医学影像技术,2008,24(7): 1033-1035.
- [11] 陈曦梁.磁共振自由呼吸序列对肺占位性病变更评价的初步研究[D].苏州:苏州大学,2019:1-62.
- [12] WIELPÜTZ M O, LEE H Y, KOYAMA H, et al. Morphologic characterization of pulmonary nodules with ultrashort TE MRI at 3T[J]. AJR Am J Roentgenol, 2018, 210(6):1216-1225.
- [13] YANG S, SHAN F, YAN Q, et al. A pilot study of native T1-mapping for focal pulmonary lesions in 3.0 T magnetic resonance imaging: Size estimation and differential diagnosis[J]. J Thorac Dis, 2020, 12(5):2517-2528.
- [14] OHNO Y, KOYAMA H, YOSHIKAWA T, et al. Standard-, reduced-, and no-dose thin-section radiologic examinations: Comparison of capability for nodule detection and nodule type assessment in patients suspected of having pulmonary nodules[J]. Radiology, 2017, 284(2): 562-573.
- [15] ZHANG S, GU X, LIU J, et al. A primary analysis on measuring repeatability of the maximum diameter between CT and MR imaging for lung cancers[J]. J Xray Sci Technol, 2020, 28(2):333-344.