

DCE-MRI检查联合低剂量CT扫描在良恶性肺结节定性诊断中的应用价值研究



徐珂, 杨洁, 王琦, 李秋实, 郭孟珂, 韩树亮

河南大学第一附属医院医学影像科 (河南开封 475000)

【摘要】目的 研究在低剂量 CT 检查的基础上联合应用动态增强磁共振 (DCE-MRI) 在良恶性肺结节定性诊断中的应用价值。**方法** 纳入河南大学第一附属医院收治的 90 例 (共 130 个结节病灶) 肺结节患者为研究对象, 所有患者均开展低剂量 CT 检查及 DCE-MRI 检查, 并根据影像学结果做出诊断。以病理诊断结果为金标准, 分别计算并比较低剂量 CT 与低剂量 CT+DCE-MRI 鉴别诊断良恶性肺结节的敏感性、特异性。同时, 采用 DCE-MRI 定量分析方法, 对比肺结节良性组和恶性组的 DCE-MRI 成像参数, 包括血管外细胞外间隙容积分数 (V_e)、转移常数 (K_{trans})、速率常数 (K_{ep}), 比较恶性结节所对应的病理特征与 DCE-MRI 成像参数的分布情况。**结果** 低剂量 CT+DCE-MRI 鉴别诊断肺结节的敏感性 (94.79% vs. 83.33%, $P=0.009$)、特异性 (94.12% vs. 79.41%, $P=0.006$) 均高于单纯低剂量 CT 检查。在 V_e 、 K_{trans} 、 K_{ep} 参数值上, 恶性组均高于良性组 ($P < 0.05$), 且恶性组 III-IV 期、中低分化、发生胸膜侵犯的患者 V_e 、 K_{trans} 、 K_{ep} 指标均显著较高。**结论** 在低剂量 CT 检查的基础上联合应用 DCE-MRI 可有效提高良恶性肺结节定性诊断的敏感性、特异性, 且对 DCE-MRI 定量参数的统计分析, 可为良恶性肺结节的鉴别诊断及恶性肿瘤病理特征的评估提供参考。

【关键词】 肺结节; 低剂量 CT; 动态增强磁共振; 定量分析; 鉴别诊断

Study of the application value of DCE-MRI combined with low-dose CT scanning in qualitative diagnosis of benign and malignant pulmonary nodules

Ke XU, Jie YANG, Qi WANG, Qiu-Shi LI, Meng-Ke GUO, Shu-Liang HAN

Department of Medical Imaging, The First Affiliated Hospital of Henan University, Kaifeng 475000, Henan Province, China

Corresponding author: Jie YANG, Email: bingjie1319@163.com

【Abstract】Objective To study the application value of low-dose CT combined with DCE-MRI in qualitative diagnosis of benign and malignant pulmonary nodules. **Method** 90 patients with pulmonary nodules (a total of 130 nodular lesions) admitted to The First Affiliated Hospital of Henan University were included as research objects. All patients underwent low-dose CT examination and DCE-MRI examination, and the

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202302070

基金项目: 河南省医学科技攻关计划项目 (LHGJ20220654)

通信作者: 杨洁, 主治医师, Email: bingjie1319@163.com

<http://whuznmedj.com>

diagnosis was made according to the imaging results. Using pathological diagnosis results as the gold standard, the sensitivity and specificity of low-dose CT and low-dose CT+DCE-MRI in differential diagnosis of benign and malignant pulmonary nodules were calculated and compared respectively. At the same time, DCE-MRI quantitative analysis method was used to compare the DCE-MRI imaging parameters (Ve, Ktrans, Kep) of lung nodules in the benign group and malignant group, and to compare the corresponding pathological characteristics of malignant nodules and the distribution of DCE-MRI imaging parameters. **Result** The sensitivity and specificity of low-dose CT+DCE-MRI in the differential diagnosis of pulmonary nodules were 94.79% and 94.12%, respectively, higher than those of 83.33% and 79.41% under low-dose CT alone ($P<0.05$). In terms of Ve, Ktrans and Kep parameter values, nodules in malignant group were higher than those in benign group ($P<0.05$). Three parameters of patients with stage III to IV, moderate and low tumor differentiation and pleural invasion in the malignant group were significantly higher. **Conclusion** Combined application of DCE-MRI on the basis of low-dose CT can effectively improve the sensitivity and specificity of qualitative diagnosis of benign and malignant pulmonary nodules, and through statistical analysis of quantitative parameters of DCE-MRI, it can provide reliable information for the differential diagnosis of benign and malignant pulmonary nodules and the evaluation of pathological features of malignant tumors.

【Keywords】 Pulmonary nodules; Low-dose CT; DCE-MRI; Quantitative analysis; Differential diagnosis

肺结节是在感染、炎症反应、免疫功能紊乱及肺部组织结构改变等因素相互作用与影响下引发的一组以肺部影像上呈现局灶性圆形致密影为主要表现的临床常见疾病。我国肺结节的发病率约为 10%，而临床上，结节良恶性质的鉴别及定性诊断是评估患者病情、决定治疗方案及判断预后的关键。目前，以低剂量 CT 为代表的影像学技术因其无创、辐射量低、可重复性好等优点成为肺结节筛查及诊断的主要工具^[1]。然而，在长期的临床实践中，部分结节体积较小、征象细微、缺乏典型征象，导致单纯低剂量 CT 扫描下难以定性，容易造成肺部恶性肿瘤疾病的误诊或漏诊，对患者生存预后造成严重威胁。动态增强磁共振（DCE-MRI）是在影像学技术不断发展及与肿瘤病理学特征关系日渐紧密背景下产生的功能磁共振成像技术，可通过半定量、定量分析法在获得结节形态学信息、微循环特征的同时，通过无创性成像参数反映结节的病理特征，从而为良恶性肺结节的定性诊断及肿瘤疾病的病理评估提供参考依据^[2]。本文主要探讨 DCE-MRI 检查联合低剂量 CT 扫描在良恶性肺结节鉴别诊断及恶性结节病理分析中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

研究纳入 2021 年 6 月—2022 年 6 月河南大学第一附属医院收治的肺结节患者 90 例。纳入标准：①患者病历信息完整、真实；②有病理学确诊结果。排除标准：① CT 及 DCE-MRI 检查禁忌症者；②肺部恶性肿瘤手术史。本研究方案均获得患者或患者家属知情同意，并经河南大学第一附属医院伦理委员会审查通过（2022-02-008）。

1.2 检查方法

所有患者均开展低剂量 CT 检查及 DCE-MRI 检查。低剂量 CT 检查仪器采用 64 排螺旋 CT，检查过程中指导患者取仰卧位，扫描位置始于肺尖，依次扫描至肺底。扫描参数设置：电流 250 mA、电压 120 kV、厚层 3 mm、层距 3 mm。扫描过程中发现结节病灶后开展薄层重建，并根据重建图像予以诊断。

DCE-MRI 检查仪器采用 3.0T MR 扫描仪，检查序列为 LAVA-Flex，扫描模式采用容积性扫描。采用欧乃影为对比剂，经静脉注射（注射剂量为 0.1 mmol/kg）后予以患者结节组织动态增强扫描。

扫描参数设置：层厚 5 mm，层距 1 mm，TR 和 TE 依次为 3.7 ms、1.7 ms，视野 40 cm。对比剂注入前首先予以平扫（1~2 期），注入对比剂后重复扫描 40 期。检查结束后由影像科医师做出诊断，并记录 DCE-MRI 成像参数，包括血管外细胞外间隙容积分数（Ve）、转移常数（Ktrans）、速率常数（Kep）。

1.3 观察指标

1.3.1 肺结节诊断情况

以 90 例患者的病理诊断结果为金标准，分别计算低剂量 CT 与低剂量 CT+DCE-MRI 诊断肺结节的敏感性、特异性、真阳性（TP）、假阳性（FP）、真阴性（TN）、假阴性（FN）。其中，敏感性 = TP / (TP + FN) × 100%，特异性 = TN / (TN + FP) × 100%。

1.3.2 DCE-MRI 成像参数

根据病理诊断结果，将 130 个结节病灶分为良性组和恶性组，对比两组结节病灶的 DCE-MRI 成像参数（Ve、Ktrans、Kep）。

1.3.3 恶性结节病理特征

- ①肿瘤大小（直径 > 2 cm、直径 ≤ 2 cm）；
- ②病理分型（小细胞肺癌 SCLC 组、非小细胞肺癌 NSCLC 组）；
- ③临床分期（I-II 期、III-IV 期）；

- ④肿瘤分化（中低分化、高分化）；
- ⑤淋巴结转移（发生转移、未发生转移）；
- ⑥胸膜侵犯（发生胸膜侵犯、未发生胸膜侵犯）。

1.4 统计分析

采用 SPSS 20.0 软件，计数资料采用频数和百分比（n，%）表示，组间比较采用 χ^2 检验；计量资料采用均数和标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，组间比较采用 *t* 检验，以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况与肺结节诊断情况

研究共纳入肺结节患者 90 例（共 130 个结节病灶），男 55 例（61.11%）、女 35 例（38.89%），年龄 33~78 岁，平均年龄（55.46 ± 4.13）岁。低剂量 CT+DCE-MRI 鉴别诊断肺结节的敏感性（94.79% vs. 83.33%，*P*=0.009）、特异性（94.12% vs. 79.41%，*P*=0.006）均高于低剂量 CT（表 1）。

2.2 DCE-MRI 成像参数

恶性组结节 Ve（0.27 ± 0.04 vs. 0.16 ± 0.02，*P*=0.009）、Ktrans（0.36 ± 0.05 vs. 0.23 ± 0.03，*P*=0.006）、Kep（0.75 ± 0.06 vs. 0.58 ± 0.03，*P*=0.014）均高于良性组，见图 1。

表1 低剂量CT与CT+DCE-MRI诊断肺结节的敏感性、特异性比较

Table 1. Comparison of sensitivity and specificity of low-dose CT and low-dose CT+DCE-MRI in diagnosis of pulmonary nodules

方法	肺结节（n=130）		真阳性（TP）	假阳性（FP）	真阴性（TN）	假阴性（FN）
	良性	恶性				
病理诊断	96	34	34	0	96	0
低剂量CT	87	43	80	7	27	16
低剂量CT+DCE-MRI	93	37	91	2	32	5

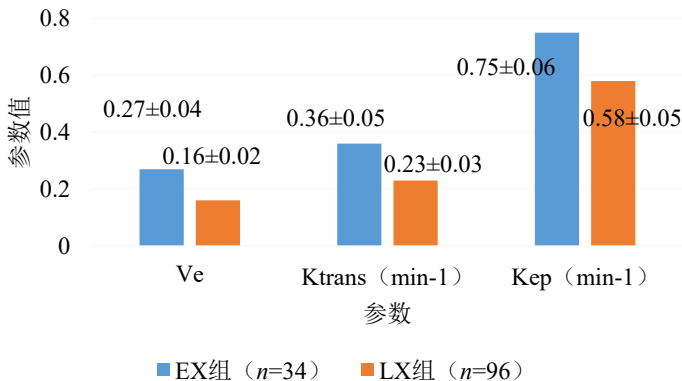


图1 良性组和恶性组结节DCE-MRI成像参数比较

Figure 1. Comparison of DCE-MRI imaging parameters of nodules in benign group and malignant group

2.3 恶性结节病理特征与DCE-MRI成像参数

恶性结节患者中,III-IV期患者 V_e (0.31 ± 0.04 vs. 0.21 ± 0.02 , $P=0.011$)、 K_{trans} (0.41 ± 0.05 vs. 0.28 ± 0.03 , $P=0.009$)、 K_{ep} (0.85 ± 0.07 vs. 0.28 ± 0.06 , $P=0.007$) 指标值均显著高于 I-II 期患者。中低分化组 V_e (0.32 ± 0.03 vs. 0.20 ± 0.02 , $P=0.008$)、 K_{trans} (0.43 ± 0.05 vs. 0.26 ± 0.03 ,

$P=0.007$)、 K_{ep} (0.86 ± 0.06 vs. 0.67 ± 0.04 , $P=0.010$) 均高于高分化组。肿瘤发生胸膜侵犯组 V_e (0.36 ± 0.04 vs. 0.25 ± 0.03 , $P=0.015$)、 K_{trans} (0.41 ± 0.03 vs. 0.34 ± 0.02 , $P=0.012$)、 K_{ep} (0.88 ± 0.06 vs. 0.65 ± 0.04 , $P=0.009$) 均高于未发生胸膜侵犯组。而在肿瘤直径大小、病理分型、是否发生淋巴结转移方面, V_e 、 K_{trans} 、 K_{ep} 差异均无统计学意义 (图 2)。

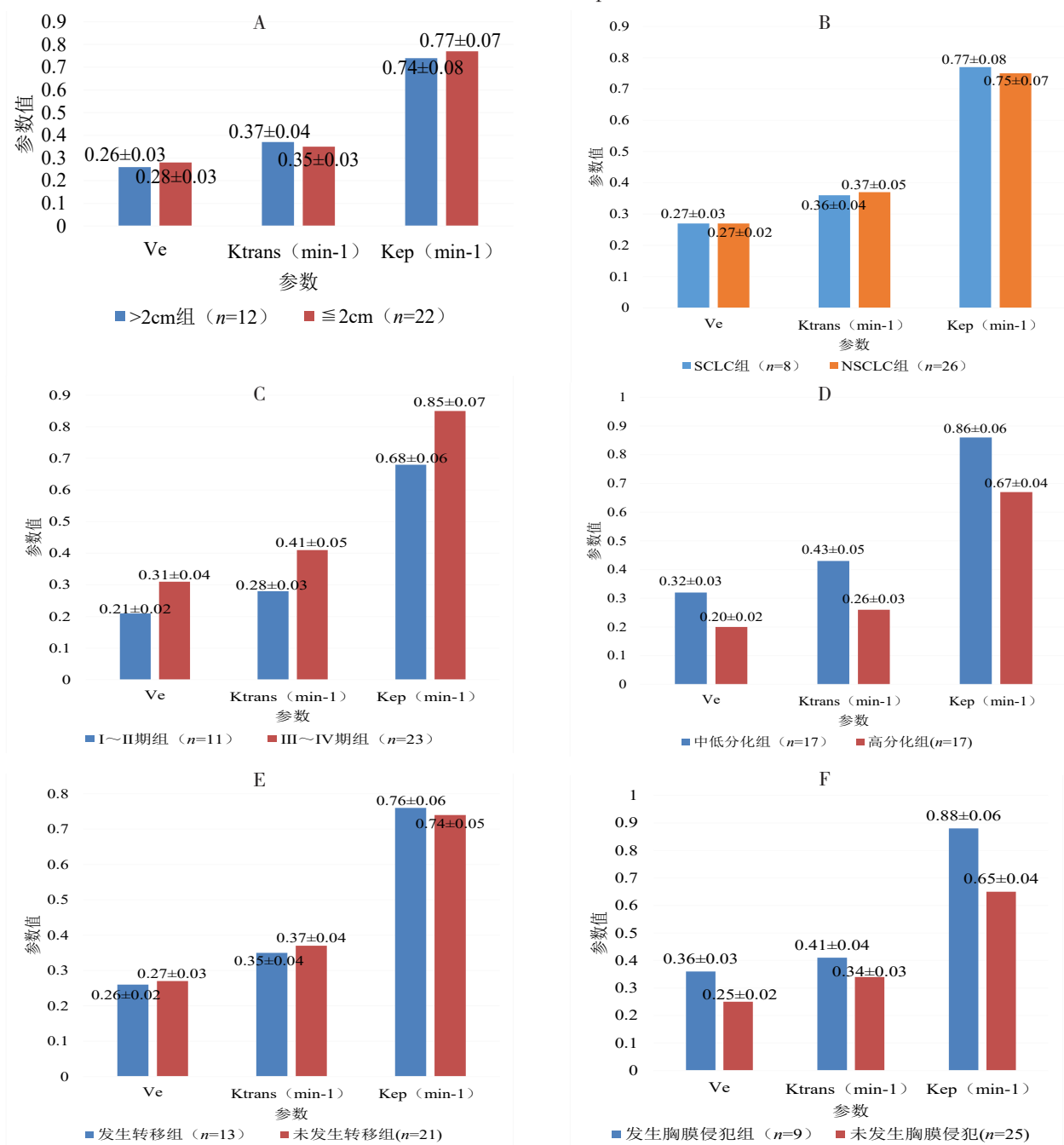


图2 恶性结节病理特征与DCE-MRI成像参数的分布

Figure 2. Pathological features and DCE-MRI imaging parameters of malignant nodules

注: A.肿瘤大小; B.病理分型; C.临床分期; D.肿瘤分化; E.淋巴结转移; F.胸膜侵犯

3 讨论

CT 具有高分辨率、及高清晰度等优点,被广泛应用于肺结节的筛查及良恶性肺结节的鉴别诊断中。相较于常规 CT,低剂量 CT 检查通过优化扫描参数及改变管电流、管电压等显著降低了辐射剂量,使其在肺部病变诊断中与常规 CT 具有相当效果的同时,大大提高了检查的安全性,成为目前肺结节疾病诊断的主要影像学方法^[3]。然而,随着低剂量 CT 的普及推广应用,在明显提高 Ia 期肺癌临床检出率的同时,也存在部分小结节因数量多、体积小、新旧交替、种类复杂、缺乏特异性症状等,导致结节良恶性难以辨别。DCE-MRI 是通过对比剂的注射,在 MRI 序列下获取对比剂进入组织后其变化引起的信号改变影像,进而反映组织灌注状态及微血管通透性的一项技术,具有更高的空间分辨率,可从形态、功能及血流参数等多方面用于良恶性结节的鉴别诊断^[4-5]。在低剂量 CT 检查的基础上联合应用 DCE-MRI 对提高疾病诊断准确率具有重要的意义。

本研究中结果显示,低剂量 CT+DCE-MRI 诊断肺结节的敏感性与特异性均高于单纯低剂量 CT 检查。相较于其他影像技术,DCE-MRI 兼具功能成像及形态学描述的优势,其中 VIBE 序列为最具代表性的序列,图像分辨率和信噪比均极高,可获得双侧横断面或矢状位图像^[6-7]。且图像经重建处理后可清晰显示结节内部结构、形态、血供等特点,从形态学、血流动力学、组织细胞扩散程度等多方面分析病变,为良恶性结节的鉴别诊断提供更充分的生理及功能信息,从而提高临床鉴别诊断价值^[8-9]。

定量分析为 DCE-MRI 的重要性能之一。临床上,结节组织血流灌注和血管通透性的异常,可能为评价肿瘤生长的潜在标志^[10]。Ve、Ktrans、Kep 为 DCE-MRI 定量分析下重要的血流动力学参数,临床上通过对其参数指标值的对比分析,能够为良恶性结节的鉴别诊断提供参考^[11]。本研究中,在 Ve、Ktrans、Kep 参数值上,恶性组结节均高于良性组,主要是因为临床上,相较于良性结节,恶性结节生长速度更快,毛细血管通透性明显升高,导致对比剂在血管和细胞内外的交换加速,Ve、Ktrans、Kep 值也随之升高^[12]。因此,DCE-MRI 定量分析能够无创性地评价结节

微血管灌注及通透性特征,为肺结节的定性提供科学依据^[13]。同时,肿瘤精准医疗理念强调采用“肿瘤影像定量特征”,以加强肿瘤病理特征的分析^[14]。本研究中,在 Ve、Ktrans、Kep 参数值上,恶性组肿瘤分期 III-IV 期组高于 I-II 期组,肿瘤中低分化组均高于高分化组,肿瘤发生胸膜侵犯组均高于未发生胸膜侵犯组,即 DCE-MRI 定量参数与恶性肺结节的临床分期、肿瘤分化及胸膜侵犯密切相关,临床上可通过 Ve、Ktrans、Kep 参数值变化规律为探索恶性肺结节病理特征提供信息^[15]。

综上所述,在低剂量 CT 检查的基础上联合应用 DCE-MRI 可有效提高良恶性肺结节定性诊断的敏感性、特异性。另外,通过比较分析 DCE-MRI 定量参数,可为良恶性肺结节的鉴别诊断及恶性肿瘤病理特征的评估提供参考依据。

参考文献

- 1 焦志云,胡春洪,杜芳,等. 磁共振动态增强联合多 b 值扩散加权成像鉴别诊断肺部良恶性病变的价值[J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(2): 239-243. [Jiao ZY, Hu CH, Du F, et al. Value of dynamic contrast-enhanced MRI combined with multiple b-value diffusion-weighted imaging for differentiation of benign and malignant lung lesions[J]. Journal of Clinical Radiology, 2019, 38(2): 239-243.] DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.2019.02.013.
- 2 冯会,时高峰,刘辉,等. 自由呼吸 Star-VIBE 序列动态增强 MRI 联合 DWI 在孤立性肺结节诊断中的应用[J]. 放射学实践, 2020, 35(7): 855-859. [Feng H, Shi GF, Liu H, et al. The application of free-breathing Star-VIBE sequence dynamic enhanced MRI combined with DWI in diagnosis of solitary pulmonary nodules[J]. Radiologic Practice, 2020, 35(7): 855-859.] DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.07.005.
- 3 史昭菲,刘绪忠,柏根基. 磁共振动态增强扫描定量分析方法评价肺部肿块良恶性初步研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2017, 28(7): 475-479. [Shi ZF, Liu XZ, Bai GJ. A preliminary study of diagnosing lung neoplasms with quantitative analysis of DCE-MRI[J]. Journal of China Clinic Medical Imaging, 2017, 28(7): 475-479.] DOI: 10.3969/j.issn.1008-1062. 2017.07.005.
- 4 宋伟,张禹,张茜,等. DWI 和 DCE-MRI 定量参数鉴别良恶性软组织肿瘤的价值[J]. 放射学实践,

- 2022, 37(4): 498–503. [Song W, Zhang Y, Zhang Q, et al. The value of quantitative parameters from diffusion weighted imaging and dynamic contrast enhanced MRI in differentiating benign and malignant soft tissue tumors[J]. Radiologic Practice, 2022, 37(4): 498–503.] DOI: [10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.04.015](https://doi.org/10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.04.015).
- 5 刘雅怡, 徐文坚, 郝大鹏. DCE-MRI 定量参数评价软组织肿瘤生物学行为研究进展 [J]. 放射学实践, 2021, 36(10): 1326–1329. [Liu YY, Xu WJ, Hao DP. Evaluation of biological behavior of Soft tissue tumor by quantitative parameters of DCE-MRI[J]. Radiologic Practice, 2021, 36(10): 1326–1329.] DOI: [10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.10.025](https://doi.org/10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.10.025).
- 6 杜永浩, 梁挺, 杨健, 等. DCE-MRI Extended tofts 模型和 Reference Region 模型在肺部结节 / 肿块良恶性诊断中的应用价值 [J]. 西安交通大学学报 (医学版), 2019, 40(3): 417–420, 450. [Du YH, Liang T, Yang J, et al. Comparative study of Extended tofts model and Reference Region model in DCE-MRI of discriminating benign and malignant pulmonary nodules/masses[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University (Medical Sciences), 2019, 40(3): 417–420, 450.] DOI: [10.7652/Jdyxb201903014](https://doi.org/10.7652/Jdyxb201903014).
- 7 赵妮妮, 宦怡, 郑敏文, 等. DCE-MRI 定量参数预测胰腺癌组织生物学特征的初步研究 [J]. 放射学实践, 2021, 36(4): 502–506. [Zhao WW, Huan Y, Zheng MW, et al. A preliminary study on DCE-MRI quantitative parameters in predicting the histobiological features of pancreatic cancer before operation[J]. Radiologic Practice, 2021, 36(4): 502–506.] DOI: [10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.04.016](https://doi.org/10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.04.016).
- 8 陈永晔, 张恩龙, 张家慧, 等. 基于磁共振动态增强的影像组学及深度学习在肺癌脊柱转移鉴别诊断中的应用 [J]. 临床放射学杂志, 2020, 39(1): 111–116. [Chen YY, Zhang EL, Zhang JH, et al. The application of radiomics and deep learning based on dynamic contrast-enhanced MRI in differential diagnosis of lung cancer spinal metastasis[J]. Journal of Clinical Radiology, 2020, 39(1): 111–116.] DOI: [10.13437/j.cnki.jcr.2020.01.023](https://doi.org/10.13437/j.cnki.jcr.2020.01.023).
- 9 孟思, 周超, 李小华, 等. 肺癌患者 DCE-MRI 表现特点与其临床病理类型、疾病严重程度的相关性分析 [J]. 哈尔滨医科大学学报, 2020, 54(2): 160–163. [Meng S, Zhou C, Li XH, et al. Analysis of the correlation between DCE-MRI features and clinicopathological types and severity of lung cancer[J]. Journal of Harbin Medical University, 2020, 54(2): 160–163.] DOI: [10.3969/j.issn.1000-1905.2020.02.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-1905.2020.02.012).
- 10 陶全, 吕意凡, 徐红, 等. 定量与半定量动态增强 MRI 鉴别甲状腺良恶性结节的临床价值 [J]. 中国医学计算机成像杂志, 2022, 28(1): 38–43. [Tao Q, Lyu YF, Xu H, et al. The role of quantitative and qualitative DCE-MRI in distinguishing benign and malignant of thyroids nodules[J]. Chinese Computed Medical Imaging, 2022, 28(1): 38–43.] DOI: [10.19627/j.cnki.cn31-1700/th.2022.01.002](https://doi.org/10.19627/j.cnki.cn31-1700/th.2022.01.002).
- 11 王娟. DCE-MRI+ 多 b 值 DWI 检查对肺部良性疾病与肺癌鉴别诊断准确率的影响 [J]. 哈尔滨医药, 2021, 41(1): 53–54. [Wang J. Effect of DCE-MRI+ multi-B-value DWI on differential diagnosis accuracy of lung benign lesions and lung cancer[J]. Harbin Medical Journal, 2021, 41(1): 53–54.] DOI: [10.3969/j.issn.1001-8131.2021.01.026](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-8131.2021.01.026).
- 12 解礼冰, 田兴仓, 马丽, 等. DCE-MRI 诊断肺癌和肺部不同类型良性肿块的价值 [J]. 磁共振成像, 2018, 9(3): 192–196. [Xie LB, Tian XC, Ma L, et al. Value of dynamic contrast-enhanced MRI in diagnosis of lung cancer and different types of benign lung nodules[J]. Chinese Journal of Magnetic Resonance Imaging, 2018, 9(3): 192–196.] DOI: [10.12015/issn.1674-8034.2018.03.006](https://doi.org/10.12015/issn.1674-8034.2018.03.006).
- 13 王大勇, 周青, 方朋, 等. 3.0T 磁共振定量分析在肺癌诊断中的价值分析 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2019, 17(3): 7–10. [Wang DY, Zhou Q, Fang P, et al. Value of 3.0T magnetic resonance quantitative analysis in the diagnosis of lung cancer[J]. Chinese Journal of CT and MRI, 2019, 17(3): 7–10.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-5131.2019.03.003](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-5131.2019.03.003).
- 14 廖泽. DCE-MRI 功能成像在不同病理类型肺癌中的差异及与 Ki-67 的相关性 [J]. 甘肃医药, 2022, 41(9): 788–789, 805. [Liao Z. DCE-MRI functional imaging in different pathological types of lung cancer and correlation with Ki-67[J]. Gansu Medical Journal, 2022, 41(9): 788–

- 789, 805.] DOI: [10.15975/j.cnki.gsyy.2022.09.009](https://doi.org/10.15975/j.cnki.gsyy.2022.09.009).
- 15 余景火, 杨华林, 宋铁军, 等. 3.0T DCE-MRI 联合 DWI 成像在实性孤立性肺结节中的应用研究 [J]. 沈阳医学院学报, 2020, 22(1): 25-29. [Yu JH, Yang HL, Song TJ, et al. Application of 3.0T DCE-MRI combined with DWI imaging in solid solitary pulmonary nodules[J].

Journal of Shenyang Medical College, 2020, 22(1): 25-29.] DOI: [10.16753/j.cnki.1008-2344.2020.01.006](https://doi.org/10.16753/j.cnki.1008-2344.2020.01.006).

收稿日期: 2023 年 02 月 14 日 修回日期: 2023 年 03 月 09 日

本文编辑: 李 阳 黄 笛

引用本文: 徐珂, 杨洁, 王琦, 等. DCE-MRI检查联合低剂量CT扫描在良恶性肺结节定性诊断中的应用价值研究[J]. 数理医药学杂志, 2023, 36(3): 201-207. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202302070](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202302070)

Xu K, Yang J, Wang Q, et al. Study of the application value of DCE-MRI combined with low-dose CT scanning in qualitative diagnosis of benign and malignant pulmonary nodules[J]. Journal of Mathematical Medicine, 2023, 36(3): 201-207. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202302070](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202302070)