

## ·非血管介入 Non-vascular intervention·

## MRI 引导肺癌射频消融治疗的临床应用

杨 波, 刘念龙, 沈晓康, 郭 震, 周士波, 赵玉年, 康 铮, 陈仕林,  
沈文荣

**【摘要】 目的** 探讨 MRI 在肺癌射频消融(RFA)治疗过程中定位及引导的安全性和可行性。**方法** 26 例患者应用 MRI 引导进行肺癌病灶定位并完成 RFA 治疗,观察定位的准确性及成功率,分析治疗对生存期的影响,同时观察 MRI 引导 RFA 治疗的不良反应发生率等安全性指标,进一步评价 MRI 在引导 RFA 治疗中的价值及可行性。**结果** 26 例肺癌患者全部定位成功,13 例出现并发症,其中气胸 8 例、胸水 8 例,合并肺炎、皮下组织积气及术中咳血各 1 例。所有病灶 1~4 年局部控制率分别为 87.2%、69.9%、48.1%、24.8%;1~5 年生存率分别为 86.5%、66.2%、66.2%、66.2%、22.1%。**结论** MRI 引导肺癌 RFA 定位准确、操作安全、无辐射损伤,大部分患者的局部肿瘤控制效果较好,生存期延长,是一种临床操作安全可靠的局部肺肿瘤治疗方法。

**【关键词】** 磁共振引导; 肺癌; 射频消融

中图分类号:R734.2 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2021)-11-1133-04

**Clinical application of MRI-guided radiofrequency ablation for lung cancer** YANG Bo, LIU Nian-long, SHEN Xiao-kang, GUO Zhen, ZHOU Shi-bo, ZHAO Yu-nian, KANG Zheng, CHEN Shi-lin, SHEN Wen-rong. Department of CT, Jiangsu cancer Hospital, Jiangsu Institute of Cancer Prevention and treatment, The Affiliated Cancer Hospital of Nanjing Medical University; SHEN Xiao-kang, CHEN Shi-lin, Department of thoracic surgery, Jiangsu cancer Hospital, Jiangsu Institute of Cancer Prevention and treatment, The Affiliated Cancer Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210009, China.

Corresponding author: CHEN Shi-lin, E-mail: 422827521@qq.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the application value of MRI in localization and guidance during radiofrequency ablation of lung cancer and observe the clinical safety and feasibility of MRI-guided ablation. **Methods** Twenty-six patients were guided by MRI to locate lung cancer lesions and complete radiofrequency ablation, to observe the accuracy and success rate of localization, and to analyze the effect of treatment on survival time. The clinical value and feasibility of MRI-guided radiofrequency ablation were further evaluated. **Results** All 26 lung cancer patients were successfully located. Thirteen complications (50.00%) occurred in 26 cases, including 8 cases of pneumothorax (30.77%), 8 cases of pleural effusion (30.77%), 1 case of pneumonia, subcutaneous pneumatosis and intraoperative hemoptysis respectively (3.85% each). Local control rates were 87.20%, 69.93%, 48.14% and 24.77% in 1-4 years respectively; The survival rates were 86.5%, 66.19%, 66.19%, 66.19% and 22.06% 1-5 years respectively. **Conclusion** MRI-guided radiofrequency ablation of lung cancer is a minimally invasive treatment with accurate location, safe operation and no radiation injury. Most patients can obtain better local control and prolong the survival time. It is a safe and reliable local treatment method of lung cancers in clinical practice. (J Intervent Radiol, 2021, 30: 1133-1136)

**【Key words】** Lung cancer; Magnetic resonance imaging-guided; ablation

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2021.11.011

基金项目:江苏省科技厅重点研发项目(BE2017758)、江苏省卫生健康委保健局基金(BJ18034)

作者单位:210009 南京 江苏省肿瘤医院、江苏省肿瘤防治研究所、南京医科大学附属肿瘤医院 CT 室(杨 波、刘念龙、郭 震、周士波、赵玉年、康 铮、沈文荣)、胸外科(沈晓康、陈仕林)

通信作者:陈仕林 E-mail: 422827521@qq.com

影像引导肺癌 RFA 治疗已成为早期原发性肺癌和肺寡转移瘤的有效治疗手段,是无法实现肺肿瘤根治性手术切除患者的首选替代治疗方法<sup>[1]</sup>。目前,肺癌经皮穿刺 RFA 治疗主要以 CT 为影像引导,磁共振成像(MRI)在引导及评价肝脏等实质性脏器消融治疗中发挥了重要的作用<sup>[2]</sup>。本研究回顾性分析 MRI 引导肺癌射频消融术相关资料,现报道如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析 2015 年 6 月至 2020 年 6 月非小细胞肺癌(NSCLC)患者 26 例,其中男性 17 例(65.4%),女性 9 例(34.6%);年龄 43~81 岁,中位年龄 64 岁。术前均经穿刺活检获得病理诊断,其中腺癌 18 例(69.2%),鳞癌 7 例(26.9%),神经内分泌肿瘤免疫组化倾向类癌 1 例(3.9%)。肿瘤长径 1.97~6.31 cm,平均(3.57±1.21) cm。临床分期 I 期 5 例、II 期 12 例、III 期 9 例。

### 1.2 纳入与排除标准

纳入标准:经活检病理诊断为非小细胞肺癌;实体性肿瘤长径≥1.0 cm;术前影像学评估未发生远处转移;因心、肺、肾等重要脏器功能差不能耐受或拒绝外科手术。排除标准:血小板≤50×10<sup>9</sup>;凝血功能紊乱;术前影像学评估已明确发生远处转移的 IV 期患者;心、肺、肾、肝功能严重不全以及神志不清无法配合者;带有心脏起搏器等磁共振检查绝对禁忌证患者。

本研究获得江苏省肿瘤医院伦理委员会批准并且患者自愿选择 MRI 引导 RFA 治疗,术前详细告知其消融术的利弊并签署知情同意书。

### 1.3 方法

1.3.1 术前准备、操作过程、影像检查序列及消融设备参数:患者术前 4 h 禁食水,术前 5~7 d 暂停抗凝和抗血小板治疗。术前对患者进行呼吸训练,采用仰卧位或俯卧位。应用自制网格状鱼肝油颗粒胶贴定位于病灶所在皮肤表面,然后行常规 MRI 平扫。根据 MRI 图像所示鱼肝油标记、病灶、肋间隙三者的空间位置关系计算出准确的穿刺进针位置、角度及进针深度,标记皮肤进针点后进行皮肤常规消毒、铺无菌洞巾,所有患者均应用 2%利多卡因 5~10 mL 进行穿刺点胸壁局部麻醉,待麻醉效果满意后于穿刺点切开皮肤 2 mm 左右,然后进行消融针穿刺术。穿刺原则是有效避开纵隔结构及心脏大血

管,尽量采用最短穿刺路径进针。穿刺完成后行 MRI 横断面及矢状面或冠状面平扫观察穿刺针尖端位置,定义消融针尖位于肿瘤消融区域最远端边缘或超出肿瘤消融区域最远端边缘不大于 5.0 mm 为消融针定位成功。术中常规应用无线生命体征监测系统实时监测呼吸、心率及血氧饱和度等。

小病灶可一次性完全消融,肿瘤长径>3.0 cm 者需实行分步消融,当肿瘤的一个消融部位完全消融后开始退针至肿瘤组织外,然后根据影像引导实时调整消融针方向将消融针尖端穿刺至下一待消融计划区域,继续进行下一次消融治疗直至病灶完全消融;肿瘤长径>5.0 cm 者应采取分时段分步消融,每一消融时段间隔 5~7 d。影像学完全消融定义为消融范围完全覆盖病变区域并延伸至周围正常组织 5.0~10.0 mm。消融结束后均常规进行低功率针道消融以防止针道种植转移,但应注意距离胸膜约 1.5 cm 处开始停止针道消融以防胸膜损伤。

术前定位及术中引导均应用 MRI 平扫序列,术后评价应用平扫及增强扫描序列。T1WI-TFE 序列 TR 10 ms、TE 23 ms、FOV 320 mm×370 mm,层厚 5.0 mm;T2WI-SPAIR 序列 TR 835 ms、TE 70 ms、FOV 150 mm×330 mm,层厚 5.0 mm;THRIVE 序列 TR 3.5 ms、TE 1.69 ms、FOV 300 mm×450 mm,层厚 5.0 mm。

RFA 设备为 MEDSHPERE-S1500 功率、温度双模式可控制系统,可同时显示功率、阻抗、温度、时间等消融参数,并且该 RFA 系统具有良好的磁兼容性。

1.3.2 术后即时评价及动态随访:RFA 术后均立即进行常规 MRI 平扫及增强扫描,即时评价肿瘤消融情况及并发症发生情况,然后再进行常规 CT 平扫进一步评价消融情况及气胸等并发症发生情况。所有患者术后 1 个月进行胸部增强 CT 随访,此后每 3 个月进行 1 次增强 CT 及 MRI 随访,必要时行 PET/CT 扫描明确病变有无进展。随访感兴趣截止时点定义为患者死亡。

无进展生存期(PFS)定义为从消融日期到第 1 次复发或转移的时间或任何原因导致死亡的时间。

## 2 结果

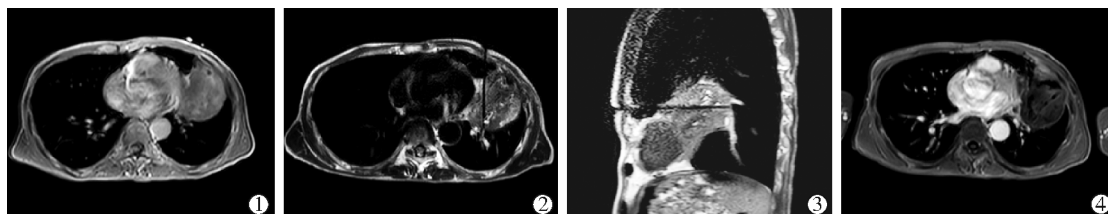
MRI 引导消融针定位准确率 100%。26 例患者中有 19 例(73.1%)达到 1 次完全消融治疗;7 例肿瘤长径>5.0 cm 者均实行分时段分步消融治疗,其中 3 例病灶术后仍有肿瘤组织残留,最终完全消融率为 88.5%(图 1、2)。

MRI 引导肺癌消融术 1~4 年局部控制率分别

为 87.20%、69.93%、48.1%、24.8%;1~5 年生存率分别为 86.5%、66.2%、66.2%、66.2%、22.1%。

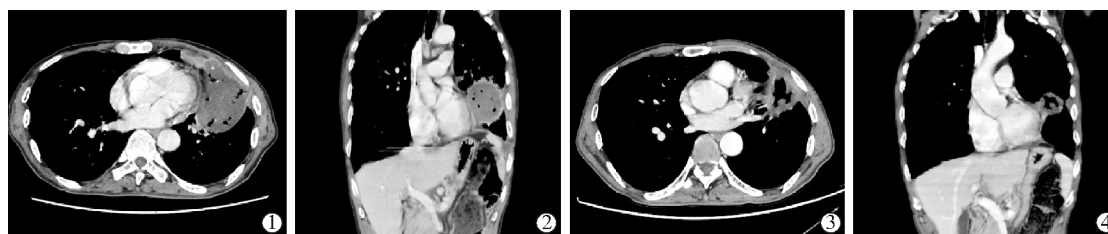
MRI 引导肺癌射频消融术后 1 个月未出现死亡病例。13 例(50.0%)发生并发症,分别为气胸 8 例(1 例需引流治疗),胸水 8 例(1 例需引流治疗),合并肺炎 1 例(症状轻微,术后 1 个月复查自行吸收

消失),穿刺部位皮下组织积气 1 例(无症状,术后 1 个月复查自行吸收消失),术中咳血 1 例(术中给予止血药治疗缓解)。上述并发症部分单独存在,部分合并存在,其中气胸与胸水并存 3 例,气胸、胸水及肺炎并存 1 例,气胸与皮下组织积气并存 1 例。上述并发症中症状明显需要治疗者 3 例(11.54%)。



①横断面鱼肝油标记定位图像;②③横断面及矢状面定位成功确认图像;④消融后即刻 MRI 增强扫描图像,显示病灶绝大部分无强化,提示局部消融效果满意

图 1 消融针定位及即时评价图像



①②消融后 1 个月增强 CT 图像,病灶体积增大,内部强化不明显,内见多发含气空泡;③④消融后 12 个月增强 CT 图像,消融灶缩小,周围见厚壁肉芽组织形成,病灶整体强化不明显

图 2 消融后 CT 随访图像

### 3 讨论

肺癌 RFA 起步较早,被广泛应用于不适合外科手术的原发性肺癌患者<sup>[3-4]</sup>。目前肺癌 RFA 仍以 CT 为最主要的影像引导方式,CT 在引导过程中存在辐射损伤等缺陷。文献报道,MRI 在肺部的形态学成像质量并不逊于 CT,在儿童肺部 MRI 成像可以替代高达 90% 的 CT 检查<sup>[5-6]</sup>。陈锦等<sup>[7]</sup>应用 MRI 引导行肺转移微波消融治疗发现 MRI 引导下精准消融的首要条件是对病灶的清楚显示,并且高场强 MRI 平扫能清楚显示肺内 >1.0 cm 的实性结节。本研究纳入直径 >1.0 cm 的实性病灶,以磁共振快速成像序列为引导方式,表明 MRI 在引导消融针穿刺定位过程中显示清晰,定位准确,消融针定位准确率达 100%。de Baere 等<sup>[8]</sup>报道,早期 NSCLC 患者 RFA 治疗后平均完全消融率约 90%,其中肿瘤直径 <2.0 cm 者完全消融率达 98%。本研究平均完全消融率达 88.46%,略低于既往报道,考虑与病灶体积及病灶位置有关。肿瘤体积过大,多次分时段消融可能会导致消融不全的发生;此外,热沉降效应会导致靠近心脏、大血管部位的病灶消融不彻底<sup>[9]</sup>。

目前,NSCLC 患者最佳生存期数据依然得益于手术切除治疗,一般认为 I 期患者 5 年总体生存率 60%~80%,II 期患者 5 年总体生存率 40%~50%<sup>[10]</sup>。肺癌放射治疗 5 年生存率低于手术,为 6%~27%<sup>[11]</sup>。de Baere 等<sup>[8]</sup>报道早期 NSCLC 患者行 RFA 治疗后 1、3、5 年生存率分别为 97.7%、72.9%、55.7%。Picchi 等<sup>[12]</sup>在 CT 引导下对直径 10~50 mm 肺癌行 RFA 治疗,其原发性肺癌 1、3、5 年生存率分别为 66.73%、23.13%、16.19%;原发性肺肿瘤 1、3、5 年 PFS 分别为 79.8%、60.42%、15.4%。本研究应用 MRI 作为影像引导方式进行肺癌的 RFA 治疗,1、3、5 年生存率分别为 86.5%、66.19%、22.06%;1~4 年 PFS 分别为 87.20%、69.93%、48.14%、24.77%。本研究 5 年总体生存率明显低于早期肺癌的手术治疗及 de Baere 等<sup>[8]</sup>对早期 NSCLC 的 RFA 治疗,考虑与纳入 III 期患者相关,患者分期越晚,其远期预后越差。但本研究 5 年生存率与既往肺癌放射治疗报道<sup>[11]</sup>相近,说明 MRI 引导肺癌 RFA 远期临床效果与放射治疗相当。本研究 5 年生存率略优于 Picchi 等<sup>[12]</sup>的研究,考虑与影像引导及评价方式不同有关。本研究消融后应用增强 MRI 及 CT 平扫两种评价方法,比单纯

CT 评价能更好地发现肿瘤残留,从而及时进行补充消融,进一步提高治疗效果。罗君等<sup>[13]</sup>应用 CT 引导行肺癌 RFA,发现 1 年局部控制率达 85.3%,长径>3 cm 病灶 RFA 后 PFS 较短;本研究 1 年局部控制率达 87.20%,与其研究相似,说明 MRI 和 CT 在引导肺癌 RFA 治疗的短期局部控制效果方面差异不明显。本研究第 1~4 年 PFS 变化趋势与 Picchi 等 1~5 年 PFS 类似,均呈逐年降低趋势,提示病灶直径越大,分期越晚,无论哪种引导方式肺癌的远期局部控制效果都会越来越差。

虽然 MRI 引导肺癌 RFA 是一种微创治疗,但多次反复调整穿刺针的方向、深度等操作仍存在一定的损伤及相应的并发症。Kashima 等<sup>[14]</sup>报道 CT 引导肺癌 RFA 主要并发症发生率为 9.8%,死亡 4 例;其他依次为无菌性胸膜炎(2.3%)、肺炎(1.8%)、肺脓肿(1.6%)、出血(1.6%)、需治疗的气胸(2.0%)、膈神经损伤(0.3%)和肿瘤种植转移(0.1%)。罗君等<sup>[13]</sup>CT 引导肺癌 RFA 不良反应依次为胸腔积液(11.4%)、咯血(8.6%)、气胸(5.1%)、肺部感染(2.9%)及支气管胸膜瘘(2.9%)。本研究术后 1 个月未出现死亡病例,发生并发症 13 例(50.00%),依次为气胸 8 例(30.77%)、胸水 8 例(30.77%)、合并肺炎 1 例(3.85%)、皮下组织积气 1 例(3.85%)、术中咯血 1 例(3.85%)。其中需要治疗者 3 例(11.54%),但对消融过程均未产生影响。本研究与既往报道术后并发症种类各异,考虑与病变位置、大小、患者个体差异及操作者手法和经验等相关。另外,本研究患者选用两种不同的操作体位,考虑俯卧位时人体耗能相对增加、胸腹腔承受的外界压力增大,因此推测俯卧位时进行肺部穿刺、消融操作其损伤可能相对仰卧位有所增加。但总体而言 MRI 在引导肺癌消融治疗中与 CT 引导一样安全、可行。

总之,MRI 引导的肺癌 RFA 是一种相对安全、微创、无辐射损伤的可行性较强的肺癌局部治疗方法,大部分患者的局部肿瘤控制效果较好且可延长生存期。

## [参考文献]

- [1] Hiraki T, Gobara H, Fujiwara H, et al. Lung cancer ablation: complications[J]. *Semin Intervent Radiol*, 2013, 30: 169-175.
- [2] Weiss J, Hoffmann R, Rempp H, et al. Feasibility, efficacy, and safety of percutaneous MR-guided ablation of small ( $\leq 12$  mm) hepatic malignancies[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2019, 49: 374-381.
- [3] Dupuy DE. Image-guided thermal ablation of lung malignancies[J]. *Radiology*, 2011, 260: 633-655.
- [4] Beland MD, Wasser EJ, Mayo-Smith WW, et al. Primary non-small cell lung cancer: review of frequency, location, and time of recurrence after radiofrequency ablation[J]. *Radiology*, 2010, 254: 301-307.
- [5] Hirsch W, Sorge I, Krohmer S, et al. MRI of the lungs in children[J]. *Eur J Radiol*, 2008, 68: 278-288.
- [6] Hirsch FW, Sorge I, Vogel-Claussen J, et al. The current status and further prospects for lung magnetic resonance imaging in pediatric radiology[J]. *Pediatr Radiol*, 2020, 50: 734-749.
- [7] 陈锦, 林征宇, 林清锋, 等. MRI 引导下肺转移癌微波消融治疗 6 例[J]. *介入放射学杂志*, 2019, 28: 1056-1061.
- [8] de Baere T, Tselikas L, Catena V, et al. Percutaneous thermal ablation of primary lung cancer[J]. *Diagn Interv Imaging*, 2016, 97: 1019-1024.
- [9] Yang Q, Qi H, Zhang R, et al. Risk factors for local progression after percutaneous radiofrequency ablation of lung tumors: evaluation based on a review of 147 tumors[J]. *J Vase Interv Radiol*, 2017, 28: 481-489.
- [10] Rosen JE, Keshava HB, Yao X, et al. The natural history of operable non-small cell lung cancer in the national cancer database[J]. *Ann Thorac Surg*, 2016, 101: 1850-1855.
- [11] Louie AV, Palma DA, Dahan M, et al. Management of early-stage non-small cell lung cancer using stereotactic ablative radiotherapy: controversies, insights, and changing horizons[J]. *Radiother Oncol*, 2015, 114: 138-147.
- [12] Picchi SG, Lassandro G, Bianco A, et al. RFA of primary and metastatic lung tumors: long-term results[J]. *Med Oncol*, 2020, 37: 35.
- [13] 罗君, 邵国良, 郑家平, 等. CT 引导下射频消融治疗 33 例肺癌的回顾性分析[J]. *介入放射学杂志*, 2015, 24: 530-533.
- [14] Kashima M, Yamakado K, Takaki H, et al. Complications after 1000 lung radiofrequency ablation sessions in 420 patients: a single center's experiences[J]. *Am J Roentgenol*, 2011, 197: W576-W580.

(收稿日期:2020-08-28)

(本文编辑:俞瑞纲)