

## •非血管介入 Non-vascular intervention•

C 臂 CT 引导经皮穿刺射频消融治疗不可切除  
Ia 期非小细胞肺癌

邹旭公, 李晓群, 陈源, 黄大钊, 张健

**【摘要】目的** 探讨运用 C 臂 CT 引导经皮穿刺射频消融(RFA)治疗不可切除 Ia 期非小细胞肺癌(NSCLC)的可行性、安全性和有效性。**方法** 收集 2012 年 3 月—2016 年 3 月经病理确诊 Ia 期 NSCLC 应用 C 臂 CT 引导经皮 RFA 病例。穿刺精确性、穿刺时间及穿刺调整次数用于评价其可行性,常见不良反应事件评价标准(CTCAE-V4.0)评价其安全性,改良实体肿瘤的疗效评价标准(mRECIST)用于评价其有效性。**结果** 33 例患者共 38 次 RFA,肿瘤长径平均 2.3 cm(0.9~3 cm),中位穿刺时间平均 12 min(5~28 min)。中位穿刺调整次数平均 4 次(3~6 次),穿刺精确性为(3±0.3) mm(0~9 mm),并发症包括气胸 4 例(grade 2),咯血 2 例(grade 2)。33 例患者 RFA 治疗后的 1 年、2 年总生存率为 84.8%、75.7%,无瘤生存率为 63.6%、45.5%;手术平均累积剂量和平均有效剂量分别为 14 377.8  $\mu\text{Gy}\times\text{m}^2$  和 24.3 mSv。**结论** C 臂 CT 引导经皮穿刺 RFA 治疗不可切除 Ia 期 NSCLC 具有较高可行性和安全性;近中期有效性确切,是一种可供选择的影像引导方式。

**【关键词】** C 臂 CT; 非小细胞肺癌; 射频消融

中图分类号:R734.2 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2018)-11-1056-04

**C-arm CT-guided percutaneous radiofrequency ablation for unresectable stage Ia non-small cell lung cancer** ZOU Xugong, LI Xiaoqun, CHEN Yuan, HUANG Dabai, ZHANG Jian. *Interventional Therapy Center, Zhongshan Municipal People's Hospital, Zhongshan Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Zhongshan, Guangdong Province 528403, China*

Corresponding author: LI Xiaoqun, E-mail: Li\_xiaoqun@hotmail.com

**【Abstract】Objective** To assess the feasibility, safety and therapeutic effectiveness of C-arm CT-guided percutaneous radiofrequency ablation (RFA) in treating unresectable stage Ia non-small cell lung cancer (NSCLC). **Methods** A total of 33 patients with pathologically-proved stage Ia NSCLC, who received C-arm CT-guided percutaneous RFA during the period from March 2004 to March 2016, were included in this study. Its feasibility was assessed by the puncturing accuracy, the time spent for puncturing and the number of adjusting needle direction. Common terminology criteria for adverse events (CTCAE-V4.0) was used to evaluate its safety. Modified RECIST (mRECIST) was adopted to assess its therapeutic effectiveness. **Results** A total of 38 RFA procedures were performed in 33 patients. The mean long diameter of the lesion was 2.3 cm (0.9–3 cm), and the median time spent for puncturing was 12 min (5–28 min). The median manipulation number of adjusting the needle direction was 4 times (3–6 times). The puncturing precision was (3±0.3) mm (0–9 mm). Postoperative complications included pneumothorax ( $n=4$ , grade II) and hemoptysis ( $n=2$ , grade II). After RFA, the one-year and 2-year overall survival rate were 84.8% and 75.7% respectively, and the one-year and 2-year disease free survival rate were 63.6% and 45.5% respectively. The average cumulative radiation dose and the average effective dose were 14 377.8  $\mu\text{Gy}\times\text{m}^2$  and 24.3 mSv respectively. **Conclusion** For the treatment of stage Ia NSCLC, C-arm CT-guided percutaneous RFA is quite feasible and safe with reliable short-to-medium term effect. Therefore, it is an alternative image-guiding technique. (J Intervent Radiol, 2018, 27: 1056-1059)

**【Key words】** C-arm CT; non-small cell lung cancer; radiofrequency ablation

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2018.11.010

作者单位: 528403 广东 中山市人民医院、中山大学附属中山医院介入治疗中心

通信作者: 李晓群 E-mail: Li\_xiaoqun@hotmail.com

射频消融(RFA)作为一种微创的治疗方法,因其较高的安全性和有效性,已广泛应用于肺恶性肿瘤治疗<sup>[1-3]</sup>。C 臂 CT 是近些年发展较快的一种影像引导方式。C 臂 CT 应用在介入手术中有许多优点,如实时透视监视,能够提供 3D 重建获得类 CT 图像功能并能对穿刺路径进行预设<sup>[4-6]</sup>,可旋转移动的探测器,提供了更丰富的操作空间,提供了更多介入手术需求及监护、麻醉等生命支持。本研究开展了一项探讨 C 臂 CT 引导经皮穿刺 RFA 治疗不可切除 Ia 期 NSCLC 的可行性、安全性及有效性的回顾性临床研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

收集 2012 年 3 月—2016 年 3 月在我院应用 C 臂 CT 引导 38 次经皮穿刺 RFA 治疗 33 例 Ia 期 NSCLC 患者。纳入标准:①患者通过经皮肺穿刺活检或纤维支气管镜活检病理确诊为 NSCLC;②肿瘤最长径 $\leq 3$  cm;③增强 CT 或 PET-CT 评价纵隔淋巴结且最大径 $< 1$  cm;④因心肺功能差、高龄不能耐受外科手术或拒绝外科手术。排除标准:①血小板 $< 50 \times 10^9/L$ ;②凝血功能紊乱,凝血酶原时间 PT $> 18$  s,凝血酶原活动度(PTA) $< 40\%$ ;③肝、肾、心、肺、脑功能严重不全者。入组患者一般情况如表 1。

### 1.2 方法

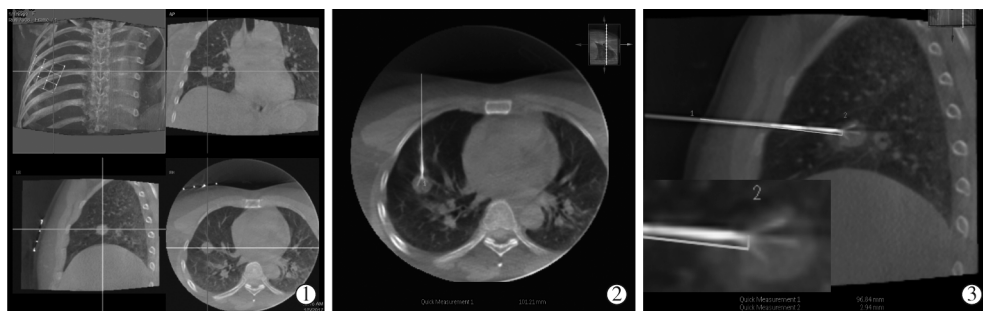
**1.2.1 操作方法** 患者术前进行呼吸训练,尽量保持呼吸幅度一致,以提高穿刺精确性。根据肿瘤在肺脏的位置,选择合适的体位,如仰卧位或俯卧位;对穿刺路径进行设计,选择一条安全路径使肿瘤距皮肤进针点距离最短。患者双手上举,在患者肿瘤体表投影区放置网格状金属标记物协助定位(图 1①)。将肿瘤体表投影区置于 C 臂 CT(飞利浦

表 1 入组患者临床特征

参数	数目
性别/n(%)	
男	18(54.5%)
女	15(45.5%)
平均年龄/岁	58.1(43~78)
肿瘤位置/n(%)	
左上肺	9(27.2%)
左下肺	5(15.1%)
右上肺	8(24.3%)
右中肺	5(15.1%)
右下肺	6(18.3%)
确诊方式/例(%)	
经皮肺穿刺活检	30(90.9%)
纤支镜活检	3(9.1%)
肿瘤长径/cm	2.3(0.9~3.0)

AlluraXperFD20)平板探测器中心,嘱患者闭气,然后进行 C 臂 CT 旋转扫描。该设备单次扫描 5.2 s,扫描范围 240°,获得 312 幅 512×512 矩阵图像。采集的三维容积数据传送至后处理工作站(XperGuide)进行二维重建,得到最薄 0.98 mm 各向同性的二维类 CT 图像。重建的类 CT 图像能清晰地显示肿块的位置、形状和范围。使用工作站的测量工具,选择一个最短和最安全的穿刺点,在肿瘤中心与穿刺点之间画出穿刺路径,测量穿刺深度。消毒、麻醉穿刺点,嘱患者闭气,消融针(StarBurst XL 型)迅速进针至测量深度,固定消融针,进行 C 臂 CT 旋转扫描并重建二维类 CT 图像。展开消融电极针,再次进行 C 臂 CT 旋转扫描,确保消融电极针位置正确,通过消融针注入 2%利多卡因 5 mL,开始 RFA。(图 1②③)

**1.2.2 数据收集** 在工作站中分别测量横断位、矢状位、预设路径针尖位置与实际中针尖位置的偏差距离。穿刺时间定义为消融针插入皮肤至消融前最后一次穿刺时间。穿刺针调整次数定义为第 1 次穿刺至穿刺结束过程中,因针尖位置不理想而调整重新穿刺的次数。按照常见不良反应事件评价标准



①在患者肿瘤体表投影区放置网格状金属标记物协助定位,C 臂 CT 旋转重建得到类 CT 图像;②横断位示穿刺路径与预设路径完全重合,偏差距离为 0 mm;③矢状位预设路径针尖位置与实际中针尖位置的偏差距离为 2.94 mm,穿刺精确性为 2.94 mm

图 1 穿刺路径示意

(CTCAE-V4.0)评价其安全性;以第 6 个月 CT 增强结果为基线,参照实体肿瘤的疗效评价标准(mRECIST),评价其有效性。随访时间为 2 年。记录每例患者每次手术的剂量面积乘积值(dose area product,DAP),根据 Monte-Carlo 转换系数模拟<sup>[6]</sup>,计算有效剂量(effective dose,ED),计算公式  $ED = \text{转换系数}(k) \times DAP$ ,  $k = 0.45 \text{ mSv/Gycm}^2$ 。

### 1.3 统计方法

计量资料用均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,通过Kaplan-Meier 概率曲线计算生存率。SPSS 18.0 软件用于统计学分析。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

所有患者穿刺成功率 100%,33 例患者 33 个病灶,共 38 次 RFA,2 个肿瘤进行了 2 次消融,1 个肿瘤进行了 3 次消融。中位穿刺时间为 12 min(5~28 min)。中位穿刺调整次数为 4 次(3~6 次),平均累积剂量  $14\,377.8 \mu\text{Gy} \times \text{cm}^2$ ,平均有效剂量 24.3 mSv。穿刺精确性为  $(3.0 \pm 0.3) \text{ mm}$ (0~9 mm),并发症包括气胸 4 例(CTCAE-V4.0,2 度),发生率 10.5%(4/38);咯血 2 例(CTCAE-V4.0,2 度),发生率 5.26%(2/38)。33 例患者 RFA 治疗后的 1 年、2 年总体生存率为 84.8%(28/33)、75.7%(25/33);1 年、2 年无瘤生存率为 63.6%(21/33)、45.5%(15/33);手术平均累积剂量及平均有效剂量分别为  $14\,377.8 \mu\text{Gy} \times \text{cm}^2$  和 24.3 mSv。

## 3 讨论

C 臂 CT 是近年随着 DSA 普及和功能研发,利用 C 臂的旋转运动和平板探测器的采集与 CT 重建技术相结合的新型影像引导方式,使用 MPR、MIP 以及 VR 后处理技术对影像信息进一步加工,得到同时显示横断位、冠状位、矢状位的类 CT 断层图像。

Choo 等<sup>[4]</sup>报道了 105 例 C 臂 CT 引导最大径  $\leq 1 \text{ cm}$  的肺结节穿刺活检术,穿刺成功率 100%,精确性 98.0%,Lee 等<sup>[6]</sup>报道了 1 108 例 C 臂 CT 引导经皮肺穿刺活检,敏感性、特异性和精确性分别为 95.7%、100%和 97%,可见 C 臂 CT 对肺部的穿刺引导,是一种较为理想可行的影像引导方式;学者们多有成功经验<sup>[7-10]</sup>;本课题中 1 年、2 年总生存率为 84.8%、75.7%,与部分学者报道有差异,我们考虑与样本量有关,与大部分学者的报道是相符的,精确性和近中期疗效和文献报道的相近,C 臂 CT 引导肺 RFA 同样具有较高的可行性并近中期疗效可观。

本研究中,C 臂 CT 有几点独特优势,首先,直接得到各向同性的类 CT 图像,直观清晰地显示肿瘤及消融针位置<sup>[11-12]</sup>,精确性高,并且省略了常规 CT 二次重建的时间,中位穿刺时间为 12 min,手术时间短。Cazzato 等<sup>[13]</sup>对比研究了 22 例 C 臂 CT 引导肺消融和 18 例 CT 引导肺消融,结论得出不论肿瘤大小,C 臂 CT 引导肺消融时间短于 CT 引导肺消融,并且 C 臂 CT 引导与 CT 引导比较,具有更低的气胸发生率(37.5%比 42.8%),更低的局部复发率(11.7%比 15.8%)。本课题手术平均累积剂量及平均有效剂量分别为  $14\,377.8 \mu\text{Gy} \times \text{cm}^2$  和 24.3 mSv,也较常规 CT 辐射剂量低。Tsalafoutas 等<sup>[14]</sup>报道了 CT 引导经皮射频消融平均手术时间及辐射剂量为 75 min、35.3 mSv,本课题中位穿刺调整次数为 4 次(3~6 次),穿刺次数少,多次的穿刺不仅延长了手术时间,而且增加了辐射剂量。不仅如此,C 臂 CT 位于放射介入手术室中,紧急情况时能够为患者提供更多的生命支持,并且 C 臂 CT 具有开放式的 C 臂设计,与常规 CT 相比,对患者体位的摆放、术者的操作及抢救,都能提供更大的方便。

C 臂 CT 最大的不足在于其密度分辨率,与常规 CT 相比,还有明显的差距,达不到常规 CT 约 3 Hu 的密度分辨率<sup>[15]</sup>,对肿瘤组织内部、纵隔等软组织难以清晰显示细节,如肿瘤内部液化坏死,难以区分肿瘤液化部位,对纵隔的肿物,也难以清晰区分肿物与心脏、大血管的解剖关系,对术者带来巨大的手术风险,需要 CT 图像参照才能相对安全的手术操作。而肺组织因含有丰富的气体,自然对比度良好,可以较为清晰显示肺部肿物与周围组织的解剖关系。Higashihara 等<sup>[16]</sup>认为,对于  $\geq 8 \text{ mm}$  的肺结节,C 臂 CT 与常规 CT 两者在肺结节的发现率方面没有明显差异。因此我们认为,运用 C 臂 CT 作为肺内肿物手术的影像引导,其密度分辨率是足够的。

研究显示,CT 引导 RFA,气胸是最为常见的并发症,发生率 10%~60%,肺内出血的发生率在 3%~8%<sup>[17-18]</sup>,本课题中气胸发生率为 10.5%,穿刺过程中咯血发生率为 5.26%,并发症发生率与 CT 引导相似,具有较高的安全性,穿刺叶间胸膜及肺气肿是并发症的高危因素,应特别注意<sup>[6,19]</sup>。与常规 CT 相比,C 臂 CT 并无预设好的窗宽窗位,这有可能造成轻微并发症的遗漏,如少量气胸、出血。需要技术人员去调整以达到最优的影像质量,这对并发症的早期发现有着重要意义。

总之,C 臂 CT 引导经皮穿刺射频消融治疗不

可切除 Ia 期非小细胞肺癌具有较高可行性和安全性;短中期有效性确切,是一种可供选择的影像引导方式。

#### [参考文献]

- [1] 刘宝东,叶欣,范卫君,等.影像引导射频消融治疗肺部肿瘤专家共识(2018年版)[J].中国肺癌杂志,2018,21:76-88.
- [2] Dupuy DE, Fernando HC, Hillman S, et al. Radiofrequency ablation of stage IA non-small cell lung cancer in medically inoperable patients: results from the American College of Surgeons Oncology Group Z4033 (Alliance) trial[J]. Cancer, 2015, 121: 3491-3498.
- [3] 方良毅,陈晓明,金浩生,等.多层螺旋 CT 多平面重建技术在肝癌射频消融术中的应用[J].介入放射学杂志,2016,25:425-430.
- [4] Choo JY, Park CM, Lee NK, et al. Percutaneous transthoracic needle biopsy of small( $\leq 1$  cm) lung nodules under C-arm cone-beam CT virtual navigation guidance[J]. Eur Radiol, 2013, 23: 712-719.
- [5] 黄大钲,李晓群,张健,等.C臂CT在肺小结节胸腔镜切除术前定位中的应用[J].介入放射学杂志,2017,26:843-846.
- [6] Lee SM, Park CM, Lee KH, et al. C-arm cone-beam CT-guided percutaneous transthoracic needle biopsy of lung nodules: clinical experience in 1108 patients[J]. Radiology, 2014, 271: 291-300.
- [7] Amouyal G, Dornot S, Dean C, et al. Percutaneous radiofrequency ablation of lung metastases from colorectal carcinoma under C-arm cone beam CT guidance[J]. Diagn Interv Imaging, 2017, 98: 793-799.
- [8] Liu B, Liu L, Hu M, et al. Percutaneous radiofrequency ablation for medically inoperable patients with clinical stage I non-small cell lung cancer[J]. Thorac Cancer, 2015, 6: 327-333.
- [9] Huang BY, Li XM, Song XY, et al. Long-term results of CT-guided percutaneous radiofrequency ablation of inoperable patients with stage Ia non-small cell lung cancer: a retrospective cohort study[J]. Int J Surg, 2018, 53: 143-150.
- [10] de Baere T, Tselikas L, Catena V, et al. Percutaneous thermal ablation of primary lung cancer[J]. Diagn Interv Imaging, 2016, 97: 1019-1024.
- [11] 李晓群,张勇,黄大钲,等.C臂CT在15例肺部小病灶射频消融术中的应用[J].介入放射学杂志,2013,22:67-70.
- [12] 黄郭灏,任建庄,段旭华,等.C臂CT引导经皮乙醇消融术在巨块型肝癌经肝动脉化疗栓塞后的近期疗效[J].介入放射学杂志,2015,24:41-45.
- [13] Cazzato RL, Battistuzzi JB, Catena V, et al. Cone-beam computed tomography(CBCT) versus CT in lung ablation procedure: which is faster? [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2015, 38: 1231-1236.
- [14] Tsalafoutas IA, Tsapaki V, Triantopoulou C, et al. CT-guided interventional procedures without CT fluoroscopy assistance: patient effective dose and absorbed dose considerations[J]. AJR Am J Roentgenol, 2007, 188: 1479-1484.
- [15] Gupta R, Grasruck M, Suess C, et al. Ultra-high resolution flat-panel volume CT: fundamental principles, design architecture, and system characterization[J]. Eur Radiol, 2006, 16: 1191-1205.
- [16] Higashihara H, Osuga K, Azuma T, et al. Detection of pulmonary nodules by C-arm CT using a phantom lung: comparison with CT[J]. Acta Radiol, 2011, 52: 964-968.
- [17] Zhu JC, Yan TD, Morris DL. A systematic review of radiofrequency ablation for lung tumors[J]. Ann Surg Oncol, 2008, 15: 1765-1774.
- [18] Baba Y, Watanabe M, Yoshida N, et al. Radiofrequency ablation for pulmonary metastases from gastrointestinal cancers[J]. Ann Thorac Cardiovasc Surg, 2014, 20: 99-105.
- [19] 王永红,李家开,张肖. CT 引导下经皮穿刺肺活检术并并发症分析[J].中国介入影像与治疗学,2010,7:140-143.

(收稿日期:2018-03-30)

(本文编辑:俞瑞纲)