

微波消融治疗非小细胞肺癌临床疗效分析

王 超 戴天阳 杨晓燕 胡 智 何开明 徐 涛

摘要 目的 对 CT 引导下微波消融技术治疗周围型非小细胞肺癌患者的近期临床疗效评估。**方法** 纳入 2015 年 12 月~2016 年 12 月在西南医科大学附属医院胸心外 CT 引导下微波消融治疗周围型非小细胞肺癌患者 31 例,共 33 个病灶。根据肿瘤直径选择单点或多点消融,经随访评价其疗效。**结果** 31 例患者均行微波消融术,消融后病灶 CT 表现为密度降低,CT 值由术前 $49.83 \pm 10.59\text{Hu}$ 降低为 $26.70 \pm 7.46\text{Hu}$ 。其中 7 例获得 CR,PR 6 例,SD 4 例,PD 14 例。有效率为 41.94%,局部控制率 54.84%。消融相关死亡率 0%。随访至 2017 年 7 月,中位随访时间 11 个月,随访率 90.32%。全组平均无进展生存时间 13.44 ± 0.9 个月,中位无进展生存时间为 15.0 个月,1 年无进展生存率为 55.9%。在局部进展方面,肿瘤 $\leq 3\text{cm}$ 组与肿瘤直径 $> 3\text{cm}$ 组比较,差异有统计学意义。II A 期以前患者与 II A 期以后患者间存在明显差异。31 例患者中 11 例(35.48%)出现并发症包括气胸 5 例(16.13%),咯血 2 例(6.45%),胸腔积液 3 例(9.68%),肺炎 1 例(3.23%)。平均住院时间 3.88 ± 0.99 天,术后住院时间 1.63 ± 0.74 天,住院费用 22044.76 ± 3203.26 元。**结论** 对于 II A 期以前周围型非小细胞肺癌不能耐受手术的患者而言,经 CT 引导下微波消融术治疗是一种有效、安全性较好的治疗方案。

关键词 微波消融术 非小细胞肺癌 治疗

中图分类号 R73

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2018.06.030

Clinical Efficacy of Microwave Ablation Treatment for Non-small Cell Lung Cancer. Wang Chao, Dai Tianyang, Yang Xiaoyan, et al. Department of Thoracic Surgery, The Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Sichuan 646000, China

Abstract Objective To evaluate short-term clinical efficacy of CT guided microwave ablation treatment (MWA) for patients with peripheral non-small cell lung cancer. **Methods** Thirty one patients with peripheral lung cancer were treated with local anesthesia by CT-guided PMAT. There were 33 lesions in 31 patients. The treatment was conducted by using single or two points' ablation emission according to the size of tumor, evaluating effect by follow-up. **Results** Operations were completed in 31 patients. After microwave ablation, lower density in the lesions was observed by CT with lower CT values. CT value was $49.83 \pm 10.59\text{Hu}$ before treatment, while it reduced to $26.70 \pm 7.46\text{Hu}$ after treatment. There were 7 patients with complete remission, 6 cases with partial remission, 4 cases with stable, 14 cases with progress and effective rate of 41.94%, locoregional control rate of 54.84%, mortality of ablation related of 0%. Median follow-up of 15 months. The mean progression free survival was 13.44 ± 0.9 months. The 1 year progression free survival was 55.9%. A significant difference was found among patients with tumors less than 3 cm and more than 3 cm, similar observation was found among patients with before II A stage and after II A stage. Related complications was observed including pneumothorax in 5 cases, hemoptysis in 2 cases, pleural effusion in 3 cases, pneumonia in 1 case. Mean hospitalization time was 3.88 ± 0.99 days, postoperative hospitalization time 1.63 ± 0.74 days, hospitalization costs 22044.76 ± 3203.26 Yuan. **Conclusion** WMA is a effective, safe treatment for inoperable patients with peripheral non-small cell lung cancer before II A stage.

Key words Microwave ablation; Non-small cell lung cancer; Treatment

在恶性肿瘤之中,肺癌的发生率和病死率居全世界首位,且随着工业水平的发展,其发生率呈上升趋势,严重威胁着人类健康^[1,2]。针对肺癌治疗,外科手术仍为行之有效的首选方法^[3]。然而肺癌患者多为老年患者,心肺功能或身体状况不能耐受手术,或发现时为时已晚,失去了手术机会。近年来,非手术

的肿瘤微创治疗迅速发展,利用微波、射频、高强度聚焦超声等微创技术治疗肿瘤已经成功的运用于临床,为无法手术和不愿手术的患者提供了新的治疗方案。针对肺癌的治疗,主要包括经皮射频消融和微波消融。研究表明 CT 引导下经皮对肺部肿瘤进行热消融术效果确切^[4],具有住院时间短、费用低、损伤小等优势,微波消融在消融时间、瘤体体积及肿瘤复发等方面较射频消融更优,但其是否可更好的控制肿瘤发展,提高患者的生活质量,其临床疗效及其可行性

作者单位:646000 泸州,西南医科大学附属医院胸外科

通讯作者:戴天阳,电子邮箱:daitianyang12345@163.com

仍需要进一步临床研究证实^[4-6]。本研究旨在评估微波消融治疗非小细胞肺癌患者的近期临床疗效及安全性。

1. 临床资料: 回顾性分析 2015 年 12 月 ~ 2016 年 12 月在西南医科大学附属医院胸心外 CT 引导下微波消融治疗周围性非小细胞肺癌患者 31 例, 其中男性 24 例(77.4%), 女性 7 例(22.6%), 患者年龄 46 ~ 82 岁, 患者平均年龄 63.35 ± 10.38 岁。入选标准: ①周围型非小细胞肺癌; ②肺功能较差的患者($FEV_1 < 1L$, $FEV_1\% < 50\%$, $MVV < 50\%$)不能耐受手术者; ③KPS 评分 ≥ 70 分; ④心功能或其他严重基础病不能耐受手术者; ⑤拒绝手术治疗或化疗、放疗的患者; ⑥微波消融前后均未接受手术、放化疗等治疗。

2. 仪器及方法: 南京亿高微波系统工程有限公司生产的 ECO-100C 型微波消融仪, 微波频率为 2450 ± 20 MHz, 输出功率 0 ~ 150W 内连续可调。治疗频率为 2450 MHz, 输出功率 50 ~ 60W, 治疗时间 5 ~ 10 min。

3. 术前准备: 术前检查患者血常规、肝肾功、凝血功能、心电图、肺功能; 对异常者予以纠正, 仔细阅读胸部 CT 片对病变部位、形态、大小等情况进一步了解并记录相关数值。术前 0.5h 予以帕瑞昔布钠静脉滴注镇痛, 对情绪不安患者予以镇静药物, 明显咳嗽症状患者予以口服止咳药物处理。备抢救药品、中心静脉穿刺包、胸瓶等。

4. 经皮微波消融术操作: 根据术前患者胸部 CT 片确定患者体位, 采取仰卧位或俯卧位, 外接心电监护监测患者术中生命体征, 并建立静脉通道。(1) CT 定位: 准备完善后嘱患者平静呼吸, CT 网格定位纸贴于患者肿瘤所在大致区域的体表处, 行第 1 次 CT 扫描确定肺内包块部位, 同时制定穿刺进针入路方案, 包括标记体表穿刺点位置, 进针角度, 肿瘤到体表的最近、最远距离以制定最佳进针深度。(2) 微波消融治疗: 确定进针深度及角度后, 常规消毒铺巾, 以 2% 利多卡因行局部逐层浸润麻醉, 插入微波穿刺针; 再次行 CT 扫描, 明确消融针尖端是否到达肿瘤部位。消融针尖端目的区域则外接电极线、冷循环系统; 开启消融机电源、调节消融功率, 消融时间。针对肿瘤的大小, 消融时间, 消融功率有所不同, 微波消融所涉及范围应超过肿瘤边缘 0.5 ~ 1.0 cm。若肿瘤直径 ≤ 3 cm, 采取单点消融, 肿瘤直径 > 3 cm 采取多点消融。手术过程中, 密切关注患者生命体征, 消融完成退针时, 维持消融频率退针, 灭活针道周围组织避免肿瘤

针道种植转移, 并起到止血目的。手术结束后消毒包扎穿刺点; 再次行 CT 扫描, 观察病灶变化情况, 是否需补充治疗, 同时了解胸腔内有无气胸、血胸等并发症, 如有并发症发生及时处理; 若无异常则结束操作返回病房, 术后继续予以心电监护监测患者生命体征, 予以吸氧等处理。

5. 并发症评估: 根据 2009 年美国介入放射学学会(SIR)影像引导下肿瘤消融国际工作组标准将并发症分为不良反应, 轻微并发症及严重并发症, 包括穿刺并发症和消融并发症。

6. 疗效评价: 采用改良的实体肿瘤疗效评价标准评价本组患者疗效, 分 4 级: 完全缓解(complete remission CR)、部分缓解(partial remission PR)、稳定(stable disease SD)和进展(progressive disease PD)^[7]。以上指标基本满足术后每 3 个月行增强 CT 复查判定肿瘤病灶情况, 随访时间 3 ~ 18 个月。无进展生存时间(PFS)定义为患者行微波消融肺部结节治疗起至出现疾病进展或死亡的时间。以出现 PD 或死亡为研究终点。

7. 统计学方法: 采用 SPSS 20.0 统计学软件对数据进行统计分析。生存期分析采用 Kaplan - Meier 法, 生存率比较采用 Log - rank 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 一般情况: 本组 31 例患者, 消融肿瘤个数 33 个, 肿瘤直径 1.7 ~ 12.8 cm, 平均直径 4.80 ± 2.98 cm。右肺上叶 6 个, 右肺中叶 3 个, 右肺下叶 10 个, 左肺上叶 11 个, 左肺下叶 3 个。鳞癌 20 例(64.5%), 腺癌 11 例(35.5%), 根据患者术前影像学检查按肺癌分期按国际抗癌联盟(UICC)第 8 版标准对肿瘤进行分期: I A₂ 4 例, I A₃ 4 例, II A 5 例, II B 5 例, III A 10 例, III B 2 例, IV A 1 例。排除转科、完善相关检查等其他影响患者住院时间相关因素, 患者住院时间 3.88 ± 0.99 天, 术后住院时间 1.63 ± 0.74 天, 住院费用 22044.76 ± 3203.26 元。

2. 微波消融术后疗效评价: 病灶直径 ≤ 3.0 cm 者采用单点消融, 共计 14 例(42.42%), 直径 > 3 cm 者采用多点消融, 共计 19 例(57.57%)。所有患者术前 CT 扫描定位时即检测肿瘤区域 CT 值, 33 枚病灶术前 CT 值 30.05 ~ 76.39 Hu, 均值 49.83 ± 10.59 Hu, 术后行 CT 扫描评价患者胸腔内情况再次检测肿瘤区域 CT 值, 扫描显示肿瘤组织中出现低密度影, CT 值降低为 5.60 ~ 39.06 Hu, 均值 26.70 ± 7.46 Hu, 其

中患者 CR7 例, PR 6 例, SD 4 例, PD14 例。有效率 (CR + PR) 为 41.94%, 局部控制率 (CR + PR + SD) 为 54.84%。

3. 生存情况: 随访时间 3 ~ 18 个月, 中位随访时间 11 个月, 随访率 90.32%。至随访截止日期, 全组平均无进展生存时间 13.44 ± 0.9 个月 (95% CI: 11.68 ~ 15.20 个月), 中位无进展生存时间为 15.0 个月, 1 年无进展生存率为 55.9% (图 1)。微波消融治疗的 33 个结节中, 14 个结节直径 ≤ 3cm, 19 个结节直径均 > 3cm。出现肿瘤局部进展者, 多为包块直径大多 > 3cm 患者; 比较两组患者无进展生存时间 (PFS), 差异有统计学意义 (P < 0.05)。肿瘤直径 ≤ 3cm 组 1 年无进展生存率为 88.9%, 平均 PFS 约为 16.33 个月 (95% CI: 14.71 ~ 17.96 个月)。肿瘤直径 > 3cm 组, 1 年无进展生存率为 33.3%, 平均 PFS 约为 11.41 月 (95% CI: 9.13 ~ 13.70 月, 图 2)。比较 II A 期以前 (13 例) 及 II A 期以后 (18 例) 两组患者 PFS, 两组差异有统计学意义 (P < 0.05)。II A 期及 II A 期以前患者全组 1 年 PFS 为 88.9%, II A 期以后患者 1 年 PFS 仅为 35.2% (图 3)。

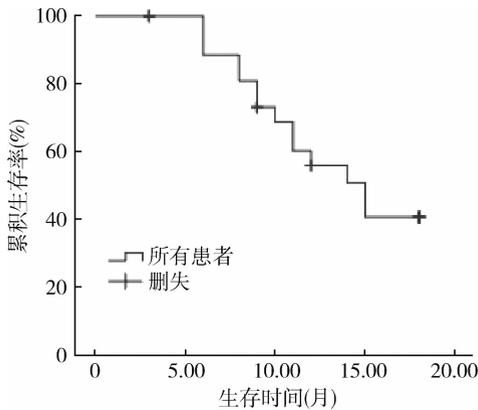


图 1 全组 PFS 生存曲线

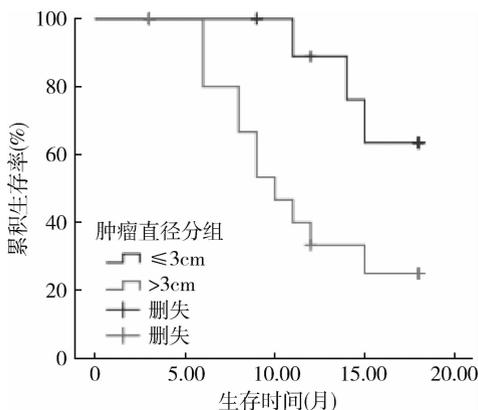


图 2 不同肿瘤直径比较分析

P = 0.016

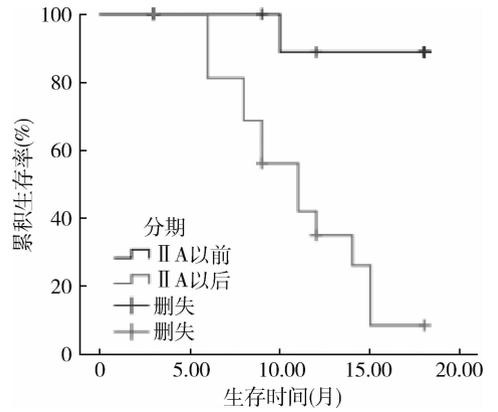


图 3 不同分期患者比较分析

P = 0.001

4. 微波消融并发症: 31 例患者中 11 例 (35.48%) 出现并发症, 包括气胸 5 例 (16.13%), 咯血 2 例 (6.45%), 胸腔积液 3 例 (9.68%), 肺炎 1 例 (3.23%)。消融后不良反应胸痛 3 例, 2 例疼痛评分 < 3 分, 1 例疼痛评分 > 3 分, 予以口服镇痛药后缓解。5 例患者出现发热, 但均属低热, 物理降温后恢复正常。无病例出现消融严重并发症致死。

讨 论

微波是频率为 300 ~ 300GHz 的高频电磁波, 用于临床上的频率为 915MHz 和 2450MHz, 波微使极性水分子快速的运动而产生热能, 继而使组织温度达到具有细胞毒性水平。微波消融与射频消融相比具有更大热辐射范围, 且能更快的产生更高的温度^[8,9]。肿瘤组织微血管分布不规则, 无良好的循环体系, 散热慢, 具有不耐热的特性, 采用 2450MHz 微波消融时, 其分子运动产热能在短时间内可达 60 ~ 100℃ 以上, 而组织温度达到 60℃ 以上时, 肿瘤细胞则发生不可逆变性而凝固坏死^[10,11]。因为正常组织因其良好的循环体系, 散热快, 所以, 当热能使瘤体变性坏死时, 正常组织仍能保持细胞活性, 而得到有效的保护, 从而起到消除肿瘤的目的。研究表明, 在肿瘤经高热灭活之后, 机体热休克蛋白 70 表达增加, 提高免疫细胞的抗肿瘤作用^[12]。

本组患者均采取 2450MHz 微波频率, 50 ~ 60w, 消融时间 5 ~ 10min 行消融治疗, 术后再次行 CT 扫描评估手术效果, 其术后 CT 表现及病灶 CT 值消融前后比较均表明消融取得了较好效果。临床研究表明, 恶性肿瘤 CT 值明显高于良性病变^[13]。通过对本组 33 个病灶消融前后 CT 值比较, 消融后 CT 病灶阴影增大, CT 值降低, 均值由术前 49.83 ± 10.59Hu 降低

为 $26.70 \pm 7.46\text{Hu}$, 肿瘤组织密度下降, 且部分病灶出现空泡样改变(图4)。

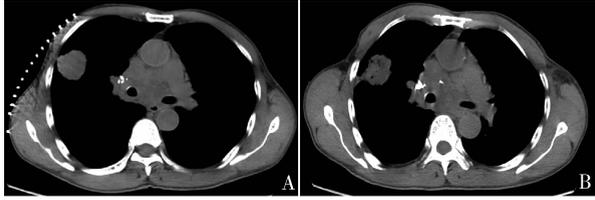


图4 病灶消融前后CT值比较

A. 术前CT病灶CT值35.59Hu; B. 术后CT病灶呈空泡样, CT值5.6Hu

31位患者, 3位失访, 随访率为90.32%, 至随访截止日期, 全组平均无进展生存时间 13.44 ± 0.9 个月, 中位无进展生存时间为15.0个月, 1年无进展生存率为55.9%, 全组无进展生存率40.6%。本组行微波消融术患者多为中晚期患者, II A期以后患者18例, 较大肿瘤者以姑息性治疗为主, 减轻肿瘤负荷为目的, 存在肿瘤残留而导致这部分患者疾病进展, 这可能是全组无进展生存率低于相关研究组的原因^[14,15]。7例患者获得CR, 局部控制率54.84%。14例患者疾病进展, 获PD患者多为中晚期患者(其中II A期1例, II B期5例, III A期6例, III B期1例, IV A期1例)。在肿瘤 $\leq 3\text{cm}$ 组, 有2例早期患者在随访过程中出现疾病进展, 全组7例获得CR患者其中6例为肿瘤 $\leq 3\text{cm}$ 者。

本组研究结果表明, 肿瘤 $\leq 3\text{cm}$ 组在CR率、有效率、局部控制率、1年生存率、无进展生存率等方面均明显高于肿瘤直径 $> 3\text{cm}$ 组(表1), 且对II A期及以前的患者生存情况进行分析结果也表明其无进展生存率(PFS = 88.9%)明显高于II A期以后患者(PFS = 8.8%)。由此可见, 对于肿瘤 $< 3\text{cm}$ 的早期不能耐受手术的肺癌患者, 微波消融具有更好的治疗效果。而对于直径较大的肿瘤微波消融效果不佳的原因可能是因为肿瘤体积过大, 即使采取多点消融方式仍可能出现肿瘤残留, 而不能完全消除肿瘤, 最终

导致肿瘤复发进展。因此对于体积较大的肿瘤, 经评价考虑消融效果不佳的, 应考虑联合化疗或放疗等其他治疗方式消除肿瘤。

本研究中存在2例患者因同侧不同肺叶内出现2个癌结节, 出现寡转移现象。研究证实, 对于寡转移病灶, 积极局部治疗患者获益优于其他治疗方式^[16]。因此, 对于本组2例患者采取微波消融的方式消除肿瘤, 随访结果表明, 其中1例患者在术后15个月因疾病进展死亡, 另1例患者因其他疾病突发而亡, 截止该患者随访最后日期其肺部肿瘤处于SD阶段。本研究因寡转移样本量少, 随访结果获PD的患者其最终生存时间达本组中位无进展生存时间15个月, 另一患者获SD, 相关研究表明在局部治疗后肺癌转移患者1年生存率也仅有50.6%^[17]。因此, 采用微波消融治疗局部寡转移灶可能使部分患者获益, 此结论需大样本的随机对照研究进一步证实。

微波消融的并发症分为穿刺并发症及消融并发症。气胸为微波消融治疗最常见的穿刺并发症^[18]。本组研究气胸发生率为16.13%, 共5例患者, 3例少量气胸未特殊处理后自愈, 2例患者行胸腔闭式引流术, 均采用中心静脉导管代胸管行胸腔闭式引流术, 研究表明此方法治疗气胸创伤小, 且引流效果好^[19,20]。在治疗过程中应避免反复穿刺定位, 减少肺损伤, 降低气胸的发生率。咯血的发生率较低^[21]。本组2例咳血患者均为术中少量咳血, 术后无继续咯血未予以特殊处理。消融自身具有凝固血液的作用, 因此少量咳血会随着消融而停止。但需强调的是在穿刺过程中应选取适当的进针位置, 注意避开重要器官、血管, 对于中央型肺癌不宜实施微波消融术。胸腔积液的发生率高低不等, 较大的病灶, 消融时间过长等因素可能导致胸腔积液的发生^[22]。本组发生胸腔积液患者均病灶 $> 3\text{cm}$ 组, 且肿瘤均 $> 5\text{cm}$ 。但3例患者均为少量胸腔积液术后吸收自愈。

消融术所致的肺炎发生率1%~6%^[23,24]。本组术后发生肺炎患者为COPD老年患者, 其巨大肿瘤因多点消融致肺内坏死组织较多, 而导致术后肺炎。因选择微波消融治疗肺肿瘤患者多为老年患者, 且往往合并COPD等肺部基础疾病不能耐受手术, 且对瘤体较大者, 因多点消融可能导致瘤体大量坏死组织残留。术前、术后可预防性运用抗生素, 术后监测患者体温、观察咳嗽排痰情况, 警惕肺部感染的发生。疼痛、咳嗽、发热为消融不良反应。因微波消融术为局部手术, 一般会有不同程度的疼痛, 在近胸膜处的

表1 不同肿瘤直径MWA疗效比较

项目	体积 $\leq 3\text{cm}$	体积 $> 3\text{cm}$
CR率(%)	46.15	5.56
有效率(%)	69.23	22.22
局部控制率(%)	76.92	38.89
1年无进展生存率(%)	88.9	33.3
无进展生存率(%)	63.5	25.0
平均无进展生存时间(月)	16.33 ± 0.83	11.42 ± 1.17

病灶消融时所引疼痛较非近胸膜病灶更明显,但一般疼痛大多数无需特殊处理。本组仅 3 例在消融后出现明显疼痛,疼痛评分 >3 分者予以口服镇痛药处理后缓解。发热属于消融后综合征的主要症状,由于消融后坏死的组织吸收和机体炎性因子的释放所致,大多数为低热,少数患者需予以退烧药处理。本组 5 例患者术后出现低热,予以物理降温后均恢复正常。本研究组总体并发症 35.48%,但大部分并发症属于轻微并发症无需治疗,严重并发症仅 3 例(9.68%),且消融相关致死率为 0%,具有较好的安全性。

本组资料排除转科、完善相关检查等其他影响患者住院时间相关因素后,患者住院时间为 3.88 ± 0.99 天,术后住院时间为 1.63 ± 0.74 天,住院费用为 22044.76 ± 3203.26 元,可见微波消融治疗肺癌具有住院时间短,费用低的优点。

综上所述,对于不能耐受手术的非小细胞周围性肺癌早期患者而言,经 CT 引导下微波消融术治疗是一种有效、安全性较好的治疗方案,对于晚期患者而言可以作为一种姑息性治疗,在一定程度上提高了患者生存率;且具有住院时间短、费用低的优势。但本研究样本量较少,随访时间较短,其远期效果仍需开展大样本、多中心的随机对照研究进一步证实。

参考文献

- 1 Siegel RL, Miller KD. Cancer Statistics, 2017[J]. CA Cancer J Clin, 2017, 67(1):7-30
- 2 Chen W, Zheng R, Baade PD, et al. Cancer Statistics in China, 2015 [J]. CA Cancer J Clin, 2016, 66(2):115-132
- 3 Yacoub WN, Meyers BF. Surgical resection in combination with lung volume reduction surgery for stage I non-small cell lung cancer [J]. Semin Thorac Cardiovasc Surg, 2010, 22(1):38-43
- 4 Vogl TJ, Zegelman A, Bechstein WO, et al. Treatment of liver metastases of colorectal carcinoma: overview of hyperthermal ablation methods [J]. Deutsche Medizinische Wochenschrift, 2013, 138(15):792-798
- 5 Ierardi AM, Floridi C, Fontana F, et al. Microwave ablation of liver metastases to overcome the limitations of radiofrequency ablation [J]. La Radiol Med, 2013, 118(6):949-961
- 6 Baisi A, De Simone M, Raveglia F. Thermal ablation in the treatment of lung cancer: present and future [J]. Eur J Cardiothoraci Surg, 2013, 43(4):683-686
- 7 丁健,戴旭,孟宪运,等.实体瘤疗效评价标准的研究进展[J].中国肿瘤临床与康复,2015,22(9):1150-1152
- 8 Sonntag PD, Hinshaw JL, Lubner MG, et al. Thermal ablation of lung tumors. [J]. Surg Oncol Clin North Am, 2011, 20(2):369-

- 387
- 9 Simon CJ, Dupuy DE, Mayosmith WW. Microwave ablation: principles and applications. [J]. Radiographics, 2005, 25 (Suppl 1): S69 - S83
- 10 Schneider T, Heussel CP, Herth FJ, et al. Thermal ablation of malignant lung tumors [J]. Deutsches Arzteblatt Int, 2015, 140 (1): 104 - 108
- 11 Ito A, Shinkai M, Honda H, et al. Heat shock protein 70 expression induces antitumor immunity during intracellular hyperthermia using magnetite nanoparticles [J]. Cancer Immunol Immunother, 2003, 52 (2): 80 - 88
- 12 Ward RC, Healey TT, Dupuy DE. Microwave ablation devices for interventional oncology [J]. Expert Rev Med Devices, 2013, 10 (2): 225 - 238
- 13 侯新民,胡俊,王海涛.双源 CT 双能量扫描对肺良恶性病变的鉴别诊断 [J]. 放射学实践, 2015, 30 (1): 33 - 36
- 14 Vogl TJ, Naguib NN, Gruberrouh T, et al. Microwave ablation therapy: clinical utility in treatment of pulmonary metastases [J]. Int J Med Radiol, 2012, 261 (2): 643 - 651
- 15 郭亚,孙亚红,宋鹏远,等. CT 引导经皮穿刺微波消融肺部恶性肿瘤的临床观察 [J]. 临床肿瘤学杂志, 2013, 18 (7): 640 - 643
- 16 Barton MK. Local consolidative therapy may be beneficial in patients with oligometastatic non-small cell lung cancer [J]. Ca Cancer J Clin, 2017, 67 (2): 89 - 91
- 17 卢强,李小飞,韩勇,等.射频消融治疗 329 例肺部恶性肿瘤临床安全及疗效的研究 [J]. 中国肺癌杂志, 2011, 14 (11): 865 - 869
- 18 Liu H, Steinke K. High-powered percutaneous microwave ablation of stage I medically inoperable non-small cell lung cancer: a preliminary study [J]. J Med Imaging Radiat Oncol, 2013, 57 (4): 466 - 474
- 19 谢加富,李伟峰.中心静脉导管置管引流气胸和胸腔积液的临床应用 [J]. 实用医学杂志, 2007, (13): 2066 - 2067
- 20 陈清亮,袁启东,焦德超,韩新巍.中心静脉导管在胸部穿刺气胸引流术中的应用 [J]. 中国微创外科杂志, 2013, 13 (06): 566 - 568
- 21 Kashima M, Yamakado K, Takaki H, et al. Complications after 1000 Lung radiofrequency ablation sessions in 420 patients: a single center's experiences [J]. AJR Am J Roentgenol, 2011, 197 (4): 576 - 580
- 22 Hiraki T, Tajiri N, Mimura H, et al. Pneumothorax, pleural effusion, and chest tube placement after radiofrequency ablation of lung tumors: incidence and risk factors [J]. Radiology, 2006, 241 (1): 275 - 283
- 23 Welch BT, Brinjikji W, Schmit GD, et al. A national analysis of the complications, cost, and mortality of percutaneous lung ablation [J]. J Vasc Intervent Radiol, 2015, 26 (6): 787 - 791
- 24 Hiraki T, Gobara H, Fujiwara H, et al. Lung cancer ablation: complications [J]. Semina Interv Radiol, 2013, 30 (2): 169 - 175

(收稿日期:2017-09-11)

(修回日期:2017-10-13)