

·综述 General review·

微波消融治疗早期非小细胞肺癌现状

田 慧, 叶 欣

【摘要】 虽然手术切除是治愈原发性非小细胞肺癌(NSCLC)的主要治疗方法,但是由于各种原因,大约 80%肺癌无法通过手术切除治疗。对于无法手术切除的肺癌患者在传统的放化疗中获益有限,因此许多新的局部治疗方法陆续产生,包括局部消融治疗等。微波消融(MWA)是一种相对较新的消融技术,本综述描述了 MWA 的作用机制、治疗早期 NSCLC 的适应证、临床疗效、潜在的并发症以及目前存在的相关问题。

【关键词】 微波消融; 非小细胞肺癌; 早期

中图分类号:R734.2 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2018)-11-1102-05

Current status of microwave ablation for early non-small cell lung cancer TIAN Hui, YE Xin.
Department of Oncology, Shandong Provincial Hospital, Affiliated Provincial Hospital of Shandong University, Jinan, Shandong Province 250021, China

Corresponding author: YE Xin, E-mail: yexintaian2014@163.com

【Abstract】 Surgical resection has been the main treatment for primary non-small cell lung cancer (NSCLC), but for a variety of reasons, about 80% of lung cancers are not suitable for surgical resection. For the majority of lung cancer patients who are not suitable for surgical resection, the benefits of traditional radiotherapy and chemotherapy are limited, so many new local treatment methods, including microwave ablation (MWA), etc., have emerged as the times require. MWA is a relatively new ablation technique. This paper aims to make a comprehensive review concerning the therapeutic mechanism of MWA, indications for early NSCLC, clinical effect, potential complications and ablation-related issues at present. (J Intervent Radiol, 2018, 27: 1102-1106)

【Key words】 microwave ablation; non-small cell lung cancer; early stage

肺癌是在癌症中发病率和死因最高的疾病之一。早诊早治是降低死亡率的主要手段。对于早期非小细胞肺癌(NSCLC)外科切除是治愈的主要方法,但是约 80%肺癌无法通过手术切除治疗。放化疗对于无法手术切除的肺癌患者虽然是主要替代手段,但是肺癌患者在放化疗中获益有限。为此学者们探索许多新的局部治疗方法,如局部热消融治疗等。局部热消融是一种精准的微创技术,已经应用于早期肺癌的治疗,而且正在普及推广^[1-10]。

热消融属于能量消融(energy-based ablation)^[11]的一种。本文主要综述了微波消融(MWA)治疗早期 NSCLC 的现状。

1 MWA 的原理及优势

目前在肺癌 MWA 治疗中主要使用 2 450 MHz 频率的微波源。MWA 的原理是:肿瘤组织内的水分子、蛋白质分子等极性分子在微波电磁场的作用下产生极高速振动,造成分子之间的相互碰撞、相互摩擦,在短时间内产生高达 60~150℃的高温,导致细胞不可逆损伤或凝固性坏死^[10-12]。RFA、MWA 和冷冻消融是目前临床上常用的肺部肿瘤局部消融治疗技术,并各有一定优势。对于直径≤3 cm 的肿瘤,3 种消融方式均可获得良好的治疗效果。MWA 因其消融时间短、消融范围大,明显优于其他 2 种消融方式,且 MWA 受到血流灌注的影响小,更加适合治疗大血管附近的肿瘤。由于 MWA 的突出优势,其在肺部肿瘤消融中应用将会越来越广泛^[13-14]。MWA 治疗主要是在 CT、MR、超声等影像引导技术下进行操作。

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2018.11.021

作者单位: 250021 济南 山东大学附属省立医院、山东省立医院肿瘤中心

通信作者: 叶 欣 E-mail: yexintaian2014@163.com

2 MWA 治疗早期原发性周围型肺癌

2.1 适应证

①患者因心肺功能差或高龄不能耐受手术切除;②拒绝行手术切除;③其它局部手段治疗早期肺癌复发后的单发病灶(如放疗后);④早期原发性肺癌术后或放疗后肺内孤立转移灶;⑤单肺(各种原因导致一侧肺缺如);⑥多原发肺癌且双肺肿瘤数量 ≤ 3 个,肿瘤最大径 ≤ 3 cm,且无其他部位的转移病灶^[14]。对于早期 NSCLC 最好做到治愈性消融(curative ablation),其含义是指通过 MWA 治疗,使局部肺部肿瘤组织完全坏死,有可能达到治愈效果。

2.2 禁忌证

除无法纠正的凝血障碍性疾病以外,肺部肿瘤局部 MWA 的绝对禁忌证较少,主要有:①穿刺部位皮肤感染、破溃,病灶周围感染性及放射性炎症没有很好控制者。②严重的肺纤维化。③有严重出血倾向、血小板 $50 \times 10^9/L$ 和凝血功能严重紊乱者。抗凝治疗和/或抗血小板药物应在经皮消融前至少停用 5~7 d。④肝、肾、心、肺、脑功能严重不全者,严重贫血、脱水及营养代谢严重紊乱,无法在短期内纠正或改善者,严重全身感染、高热($> 38.5^\circ C$)者。⑤ ECOG 评分 > 3 或 KPS < 80 分^[14]。

3 疗效评价

术后前 3 个月,每月复查胸部增强 CT。以后每 3 个月复查胸部强化 CT 或 PET/CT 和肿瘤标志物。主要观察局部病灶是否完全消融、肺内有无新发病灶、肺外转移以及并发症等。胸部强化 CT 是目前评价消融效果的标准方法,有条件的机构可使用 PET-CT, PET-CT/强化 CT 两者相结合可以更准确地判断消融后的疗效。

3.1 即刻疗效评价

术前治疗计划是保证消融是否成功的关键环节,主要为确定肿瘤病变区域(gross tumor region, GTR),指影像学能界定的病变区域,即确定病灶的位置、大小、形态、与邻近器官的关系。在 MWA 消融过程中,由于 MWA 对肿瘤周围肺组织的损伤,在肿瘤周围可出现不透明高密度区——称为毛玻璃样影(ground-glass opacity, GGO),当 GTR 周围的 GGO 大于消融前 GTR 边界时,可以停止消融。此时的靶组织定义为:消融后靶区(post-ablation target zone, PTZ)^[14]。一般认为 PTZ 周围的 GGO 应超出消融前 GTR 边界 5 mm 可达到肿瘤完全消融^[10,15]。

3.2 局部疗效评估

以消融后 4~6 周时的病灶为基线判断疗效。

①完全消融(出现下列表现任何一项):病灶消失;完全形成空洞;病灶纤维化,可为瘢痕;实性结节缩小或无变化或增大,但 CT 扫描无对比剂强化征象或/和 PET/CT 肿瘤无代谢活性;肺不张,肺不张内的病灶 CT 扫描无对比剂强化征象或/和 PET/CT 肿瘤无代谢活性。②不完全消融(出现下列表现任何一项):空洞形成不全,有部分实性,且 CT 扫描有对比剂强化或/和 PET/CT 肿瘤有代谢活性;部分纤维化,病灶部分纤维化仍存有部分实性成分,且实性部分 CT 扫描有对比剂强化或/和 PET/CT 肿瘤有代谢活性;实性结节,大小无变化或增大,且伴 CT 扫描对比剂有强化征象或/和 PET/CT 肿瘤有代谢活性^[14]。

3.3 临床疗效评估

在判断局部疗效的基础上,定期随访。技术成功和安全性评价至少随访 6 个月;初步临床疗效评价至少随访 1 年;中期临床疗效评价至少随访 3 年;远期临床疗效评价至少随访 5 年^[10]。目前外科手术治疗 I 期 NSCLC 的 5 年生存率为 45%~65%^[15],美国为 60%~80%^[16]。立体定向放射治疗(SBRT) I 期 NSCLC 的 5 年生存率为 17%~85%(平均为 39.6%)^[17]。

2013 年 Liu 等^[18]报道了 15 例 MWA 治疗 I 期不能耐受手术 NSCLC 患者的安全性,15 例患者共行 16 次 MWA,无一例在术中或术后 30 d 内死亡,主要并发症是气胸(13%患者需要闭式引流)。2014 年 Carrafiello 等^[19]报道了 26 例(其中有 3 例 I 期 NSCLC 患者),他认为 MWA 治疗肺部肿瘤安全有效。2014 年 Yang 等^[6]报道了 49 例 MWA 治疗 I 期不能耐受手术 NSCLC 患者的结果,中位肿瘤特异性生存为 47.4 个月,1、3 和 5 年的肿瘤特异性生存率分别为:91%、59%和 36%。2016 年 Zheng 等^[20]报道了 183 例 MWA 治疗肺部肿瘤长期随访的结果,其中 52 例是 I 期 NSCLC 患者,其 1、2、3 和 4 年的肿瘤特异性总生存率分别为:98.0%、85.7%、80.0%和 80.0%。2017 年 Zhong 等^[21]报道了 35 例 MWA 治疗 I 期 NSCLC 患者的结果:1、2 和 3 年的总生存率分别为:97.1%、94.1%和 84.7%。2017 年 Healey 等^[3]报道了 108 例(82 例是 NSCLC 患者)MWA 治疗肺部肿瘤长期随访的结果,中位肿瘤特异性生存时间为 42.2 个月;11 个月、24 个月和 41 个月肿瘤特异性生存率分别为 89%、75%和 57%。2017 年 Yang 等^[22]报道了 104 例 I 期 NSCLC 患者长期随访的结果:1、2 和 3 年的肺

瘤特异性总生存率分别为:100%、74.6%、60.6%。以上的临床疗效虽然多是回顾性,但仍能表明 MWA 治疗 I 期不能耐受手术 NSCLC 患者是安全有效的,患者可以取得明显的生存获益。

近年来,随着低剂量螺旋 CT 的广泛应用以及临床诊疗水平的不断进步,肺部 GGO 的检出率逐年提高,根据 GGO 内部成分均一程度的不同,可分为纯 GGO(pGGO)和混合性 GGO(mGGO)2 种类型,以 GGO 为表现的早期肺癌的术后 5 年生存率高达 100%^[23]。目前 GGO 的治疗主要是外科切除,但是 GGO 何时外科切除、哪些人群适合外科切除、外科切除时如何准确定位、外科切除创伤大对术后肺功能的影响、多发性 GGO 等问题,使得 GGO 外科切除存在很大得争议^[24]。2018 年 Yang 等^[25]在国际上首次报道了 MWA 治疗肺部周围型 GGO(腺癌)的初步结果,51 例肺部 GGO 患者经 MWA 治疗后 3 年的无局部复发生存率、肿瘤特异性生存率和总生存率分别为:98%、100%和 96%,无一例 MWA 治疗的相关死亡,且所有并发症均可控制。这为今后肺部周围型 GGO(腺癌)的治疗提供了一个可借鉴的手段。

老年人的 I 期 NSCLC 的治疗是一个棘手的问题,2015 年 Acksteiner 等^[26]评价了 10 例 MWA 治疗 75 岁以上(有 2 例大于 90 岁)I 期 NSCLC 患者的安全性,这 10 例老年患者未出现围手术期死亡和主要并发症,随访 12~30 个月:7 例生存,3 例死亡。他认为对于老年人早期的 NSCLC 采取 MWA 治疗是一种很有前途的选择。2015 年 Han 等^[27]报道了 28 例 MWA 治疗 75 岁以上 I 期 NSCLC 患者的结果:1、2、3 和 4 年的总生存率分别为:91.7%、76.5%、47.9%和 47.9%,1、2、3 和 4 年肿瘤特异性生存率分别为:94.7%、73.9%、64.7%和 64.7%。

4 技术比较

随机前瞻性、多中心的 RFA、MWA、冷冻消融和激光消融治疗肺部肿瘤的相关比较研究尚未见报道。2017 年德国学者 Nour-Eldin 等^[28]回顾性比较了 RFA、MWA 和激光消融治疗肺部转移瘤的治疗结果,认为在生存率和局部控制率方面 MWA 要优于 RFA 和激光消融。2017 年中国学者 Shi 等^[29]也回顾性比较了 MWA 和 RFA 治疗肺部肿瘤(含早期肺癌)的治疗结果,认为在 1、2、3 和 4 年总生存率方面 MWA 和 RFA 没有明显区别,但是 RFA 治疗肺部肿瘤的平均大小是 30.0 mm,而 MWA 则是 34.6 mm,这说明 MWA 在治疗较大肿瘤方面有一定优势。

2018 年 Yao 等^[30]回顾性比较了 MWA 与肺叶切除治疗一期肺癌的结果:MWA 治疗一期肺癌 1、3 和 5 年的生存率分别为 100%、92.6%和 50.0%,肺叶切除治疗一期肺癌 1、3 和 5 年的生存率分别为 100%、90.7%和 46.3%,两者无统计学差异,然而在并发症方面 MWA 明显低于肺叶切除,这说明了 MWA 治疗一期肺癌的疗效不逊色于肺叶切除。

5 并发症

经皮肺肿瘤 MWA 术是一种相对安全的局部治疗手段,其并发症主要是:①气胸。发生率为 10%~67%^[14,31-33]大部分气胸容易治疗,或者是自限性的,不需要治疗即可自愈,需要胸腔闭式引流的 10%左右。②胸腔积液。消融后经常可以见到少量胸腔积液,发生率为 1%~60%^[14],被认为是机体对热损伤的交感反应,需要穿刺/置管引流的胸腔积液占 1%~7%。③出血。消融中出血的发生率在 3%~8%^[14,31,34],出血主要表现为咯血、血胸。④感染。消融手术引起的肺部感染的发生率为 1%~6%^[14,31],但是 NSCLC 行消融治疗时患者多是无法耐受手术治疗的老年患者,常伴有基础的肺部疾患,肺部的感染和炎症会导致肺功能的急剧下降,甚至导致患者死亡。若消融手术后 5 d 体温仍然>38.5℃,首先要考虑肺部感染,要根据痰液、血液或脓液培养的结果调整抗生素。如果发生肺部或胸腔脓肿可以置管引流并冲洗。另外,接受过胸部放疗的患者易发生间质性肺炎,在此基础上行消融术者更易继发感染,要引起注意。⑤空洞形成。空洞形成是肺部肿瘤热消融后的常见征象,可以视为术后的自然转归过程,但是也可能成为感染、出血等严重并发症的根源。大部分空洞没有症状,仅需观察不需处理。如果出现发热、衰弱,应考虑空洞感染、脓肿形成。另外,要警惕曲霉感染^[35-36]。空洞引起的反复出血如果保守治疗效果不佳时可以用介入栓塞治疗。⑥其他少见并发症^[14,31]。支气管胸膜瘘、急性呼吸窘迫综合征、肋骨骨折、肿瘤针道种植、神经损伤(臂丛、肋间、膈、喉返等神经)、肺栓塞、空气栓塞、心脏压塞等均有个案报道,需个别特殊处理。

6 存在的问题

关于肺部肿瘤的治疗,微创治疗是未来发展的方向之一,尤其是影像引导下的经皮热消融技术在治疗肺部肿瘤方面具有:创伤小、疗效明确、安全性高、患者恢复快、操作相对简单、适应人群广等特

点。最近研究表明:经皮热消融治疗不能耐受手术切除早期 NSCLC 患者(肿瘤直径 2~3 cm)的 1、3 和 5 年的生存率分别达到 97.7%、72.9% 和 55.7%^[37-38]。这些临床证据让我们相信未来这一技术会在肺部肿瘤的综合治疗中得到越来越广泛的应用,其在早期肺癌治疗的地位有可能成为手术、放疗、消融“三驾马车”齐头并进的局。当然 MWA 治疗肺部肿瘤还存在许多问题许多需要完善如:①MWA 技术已经成为肺部肿瘤多学科综合治疗领域的重要手段,特别是对于早期不能耐受外科手术切除的周围型肺癌患者有可能成为首选,但是尚缺乏前瞻性的、多中心的、随机的临床研究;②缺乏与其他传统治疗手段(如外科手术治疗)的前瞻性的、多中心的临床比较研究;③热消融与其他治疗手段(如放疗、化疗、分子靶向药物治疗及免疫治疗等)联合应用的临床研究相对较少;④提高局部完全消融率,降低局部复发,也是今后工作的方向之一;⑤作为我国的“限制性医疗技术”,由于治疗设备的生产厂家不同,设备性能之间的差异,再加上该专业刚刚兴起,治疗人员的专业化水平参差不齐,规范治疗势在必行;⑥应用热消融技术治疗后的疗效判断有时较难与现行的国际标准接轨,使用现有的影像学手段有时较难真实反映出热消融技术治疗后的疗效,因此,制定公认的、符合热消融技术自身规律的疗效判断标准还需要进行艰苦的工作^[38-39];⑦基础研究相对滞后,如复杂热场分布、对机体免疫的影响等。

[参考文献]

- [1] Vogl TJ, Naguib NN, Lehnert TA. Radiofrequency, microwave and laser ablation of pulmonary neoplasms: clinical studies and technical considerations-review article[J]. Eur J Radiol, 2011, 77: 346-357.
- [2] de Baere T, Tselikas L, Catena V, et al. Percutaneous thermal ablation of primary lung cancer[J]. Diagn Interv Imaging, 2016, 97: 1019-1024.
- [3] Healey TT, March BT, Baird G, et al. Microwave ablation for lung neoplasms: a retrospective analysis of long-term results[J]. J Vasc Interv Radiol, 2017, 28: 206-211.
- [4] Smith SL, Bowers D, Jennings P, et al. Pulmonary radiofrequency ablation in a district general hospital: is it a safe and effective treatment?[J]. Clin Radiol, 2016, 71: 939.e1-939.e8.
- [5] Bi N, Shedden K, Zheng X, et al. Comparison of the effectiveness of radiofrequency ablation with stereotactic body radiation therapy in inoperable stage I non-small cell lung cancer: a systemic review and pooled analysis[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2016, 95: 1378-1390.
- [6] Yang X, Ye X, Zheng A, et al. Percutaneous microwave ablation of stage I medically inoperable non-small cell lung cancer: clinical evaluation of 47 cases[J]. J Surg Oncol, 2014, 110: 758-763.
- [7] 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.
- [8] 邹旭公, 李晓群. 肺恶性肿瘤射频消融治疗现状[J]. 介入放射学杂志, 2016, 25: 646-650.
- [9] 刘晶晶, 吴志远, 黄蔚, 等. CT 引导下肺部肿瘤同轴穿刺活检联合微波消融治疗的临床应用[J]. 介入放射学杂志, 2018, 27: 141-146.
- [10] Ahmed M, Solbiati L, Brace CL, et al. Image-guided tumor ablation: standardization of terminology and reporting criteria: a 10-year update[J]. J Vasc Interv Radiol, 2014, 25: 1691.e4-1705.e4.
- [11] Ward RC, Healey TT, Dupuy DE. Microwave ablation devices for interventional oncology[J]. Expert Rev Med Devices, 2013, 10: 225-238.
- [12] Abbas G. Microwave ablation[J]. Semin Thorac Cardiovasc Surg, 2011, 23: 81-83.
- [13] Hinshaw JL, Lubner MG, Ziemlewicz TJ, et al. Percutaneous tumor ablation tools: microwave, radiofrequency, or cryoablation: what should you use and why?[J]. Radiographics, 2014, 34: 1344-1362.
- [14] 叶欣, 范卫君, 王徽, 等. 热消融治疗原发性和转移性肺部肿瘤专家共识(2017 年版)[J]. 中国肺癌杂志, 2017, 20: 433-445.
- [15] Pereira PL, Salvatore M. Standards of practice: guidelines for thermal ablation of primary and secondary lung tumors [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2012, 35: 247-254.
- [16] Howington JA, Blum MG, Chang AC, et al. Treatment of stage I and II non-small cell lung cancer: diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines[J]. Chest, 2013, 143(5 Suppl): e278S-e313S.
- [17] Schneider BJ, Daly ME, Kennedy EB, et al. Stereotactic body radiotherapy for early-stage non-small-cell lung cancer: American Society of Clinical Oncology endorsement of the American Society for Radiation Oncology evidence-based guideline[J]. J Oncol Pract, 2018, 14: 180-186.
- [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: 466-474.
- [19] Carrafiello G, Mangini M, Fontana FA, et al. Microwave ablation of lung tumours: single-centre preliminary experience[J]. Radiol Med, 2014, 119: 75-82.
- [20] Zheng A, Ye X, Yang X, et al. Local efficacy and survival after microwave ablation of lung tumors: a retrospective study in 183 patients[J]. J Vasc Interv Radiol, 2016, 27: 1806-1814.

- [21] Zhong L, Sun S, Shi J, et al. Clinical analysis on 113 patients with lung cancer treated by percutaneous CT-guided microwave ablation[J]. J Thorac Dis, 2017, 9: 590-597.
- [22] Yang X, Ye X, Huang G, et al. Repeated percutaneous microwave ablation for local recurrence of inoperable stage I nonsmall cell lung cancer[J]. J Cancer Res Ther, 2017, 13: 683-688.
- [23] Duann CW, Hung JJ, Hsu PK, et al. Surgical outcomes in lung cancer presenting as ground-glass opacities of 3 cm or less: a review of 5 years' experience[J]. J Chin Med Assoc, 2013, 76: 693-697.
- [24] Migliore M, Fornito M, Palazzolo MA, et al. Ground glass opacities management in the lung cancer screening era[J]. Ann Transl Med, 2018, 6: 90.
- [25] Yang X, Ye X, Lin Z, et al. Computed tomography-guided percutaneous microwave ablation for treatment of peripheral ground-glass opacity-lung adenocarcinoma: a pilot study[J]. J Cancer Res Ther, 2018, 14: 764-771.
- [26] Acksteiner C, Steinke K. Percutaneous microwave ablation for early-stage non-small cell lung cancer (NSCLC) in the elderly: a promising outlook[J]. J Med Imaging Radiat Oncol, 2015, 59: 82-90.
- [27] Han X, Yang X, Ye X, et al. Computed tomography-guided percutaneous microwave ablation of patients 75 years of age and older with early-stage nonsmall cell lung cancer[J]. Indian J Cancer, 2015, 52(Suppl 2): e56-e60.
- [28] Nour-Eldin NA, Exner S, Al-Subhi M, et al. Ablation therapy of non-colorectal cancer lung metastases: retrospective analysis of tumour response post-laser-induced interstitial thermotherapy (LITT), radiofrequency ablation (RFA) and microwave ablation (MWA)[J]. Int J Hyperthermia, 2017, 33: 820-829.
- [29] Shi F, Li G, Zhou Z, et al. Microwave ablation versus radiofrequency ablation for the treatment of pulmonary tumors [J]. Oncotarget, 2017, 8: 109791-109798.
- [30] Yao W, Lu M, Fan W, et al. Comparison between microwave ablation and lobectomy for stage I non-small cell lung cancer: a propensity score analysis[J]. Int J Hyperthermia, 2018, 12: 1-8.
- [31] Zheng A, Wang X, Yang X, et al. Major complications after lung microwave ablation: a single-center experience on 204 sessions[J]. Ann Thorac Surg, 2014, 98: 243-248.
- [32] Welch BT, Brinjikji W, Schmit GD, et al. A national analysis of the complications, cost, and mortality of percutaneous lung ablation[J]. J Vasc Interv Radiol, 2015, 26: 787-791.
- [33] Splatt AM, Steinke K. Major complications of high-energy microwave ablation for percutaneous CT-guided treatment of lung malignancies: single-centre experience after 4 years[J]. J Med Imaging Radiat Oncol, 2015, 59: 609-616.
- [34] 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: W576-W580.
- [35] Huang G, Liu Q, Ye X, et al. Invasive pulmonary aspergillosis: a rare complication after microwave ablation[J]. Int J Hyperthermia, 2014, 30: 412-417.
- [36] Huang G, Ye X, Yang X, et al. Invasive pulmonary aspergillosis secondary to microwave ablation: a multicenter retrospective study[J]. Int J Hyperthermia, 2018, 6: 1-8.
- [37] de Baere T, Tselikas L, Gravel G, et al. Lung ablation: best practice/results/response assessment/role alongside other ablative therapies[J]. Clin Radiol, 2017, 72: 657-664.
- [38] Solbiati LA. A valuable guideline for thermal ablation of primary and metastatic lung tumors[J]. J Cancer Res Ther, 2018, 14: 725-726.
- [39] Ye X, Fan W, Wang H, et al. Expert consensus workshop report: guidelines for thermal ablation of primary and metastatic lung tumors(2018 edition)[J]. J Can Res Ther, 2018, 14: 730-743.

(收稿日期:2018-08-09)

(本文编辑:俞瑞纲)