

## ·综述 General review·

## 肺癌射频消融治疗进展

张丽云, 王忠敏, 贡 桔, 陈克敏

【摘要】近年来射频消融技术治疗肺癌在临床上正得到日趋广泛的应用,取得了较大进展,具有操作方便,并发症轻,患者痛苦少等特点。本文对其基础研究、临床应用、并发症及其处理等方面进行综述。

【关键词】射频消融; 肺癌; 治疗

中图分类号:R734.2 文献标识码:A 文章编号:1008-794X(2009)-01-0067-05

Recent advances in radiofrequency ablation of lung cancer ZHANG Li-yun, WANG Zhong-min, GONG Ju, CHEN Ke-min. Department of Interventional Radiology, Ruijin Hospital Luwan Branch, Jiaotong University, Shanghai 200020, China

【Abstract】In recent years, radiofrequency ablation has been increasingly practiced in the clinical treatment of lung cancer, and great advances have been achieved in this field. The manipulation of the procedure is simple and easy. Moreover, the technique carries fewer complications and less suffering to the patient. The paper aims to review the most up-to-date advances in the radiofrequency ablation treatment of lung cancer, including its experimental research, its clinical application and its complications. (J Intervent Radiol, 2009, 18: 67-71)

【Key words】radiofrequency ablation; lung cancer; treatment

对于可以切除的肺癌,外科手术切除是首选治疗。但是大部分的首次确诊的肺癌患者已是晚期失去根治性切除机会<sup>[1,2]</sup>。射频消融(radiofrequency ablation, RFA)治疗是一种针对肿瘤局部的微创介入性手段,自2000年首先报道3例RFA治疗肺部恶性肿瘤以来,已广泛应用于无手术指征肺癌患者的治疗<sup>[3-10]</sup>。下面就RFA治疗肺癌的作用机制、适应证、禁忌证、操作技术、疗效、并发症及其处理等方面进行综述。

## 1 作用机制

RFA治疗的基本原理是利用热能损毁肿瘤组织,由电极发出射频波使其周围组织中的离子和极性大分子振荡撞击摩擦发热,将肿瘤区加热至有效治疗温度范围并维持一定时间以杀灭肿瘤细胞。

当温度<40℃,细胞无明显损伤,40~49℃,细胞产生可逆损伤,49~70℃,蛋白变性,细胞产生不可逆损伤;70~100℃,胶原转化为糖元,细胞凝固;100~200℃,细胞内外的水分被蒸发,组织干燥;

>200℃,组织炭化。高频率射频波,所产生的热量可使局部温度达到100℃以上,从而快速有效地杀死肿瘤细胞。射频消融中期望达到的温度为60~100℃<sup>[11]</sup>。肺癌适宜RFA治疗的原因是邻近的正常肺组织是气体起到了绝热作用,有利于能量积聚在肿瘤中心<sup>[12]</sup>。

## 2 适应证及禁忌证

### 2.1 适应证

严格的适应证尚未建立,有报道适应证为:①无手术指征的原发性或转移性肺癌。②不适合化疗或放疗。③拒绝手术或放化疗。④手术探查的补救。⑤多发转移的减瘤治疗。⑥单个病灶可在10 cm以下。⑦多发病灶每侧肺的病灶数量≤3个,1次病灶<6个,两侧应分次进行,病灶直径≤3.5 cm。⑧病灶距离主要血管和气管1 cm以上。⑨血小板计数≥100×10<sup>9</sup>/L, INR≤1.5。⑩胸腔积液应先抽液后再消融。

### 2.2 禁忌证<sup>[13]</sup>

重要脏器功能严重衰竭者;肺门病变伴有较大空洞者;中心型肺癌合并严重阻塞性肺炎者;肺癌转移到颈、胸椎,椎体破坏严重有截瘫危险者;肺部

作者单位:200020 上海交通大学医学院附属瑞金医院卢湾分院放射科(张丽云);瑞金医院放射科(王忠敏、贡桔、陈克敏)

通信作者:陈克敏

弥漫性转移病灶者。

### 3 基础研究的技术进展

#### 3.1 射频热场方面

RFA 治疗时,组织中热量积存与电流强度成正比,而随着距离的增加热量呈与距离平方成反比的降低。为保证肿瘤细胞的彻底灭活,实质脏器肿瘤的消融范围至少包括周围 1 cm 以上正常组织,因为实质性组织的热传导快,尽管消融靶区中央部温度很高但周边区域的温度较低,尤其靶组织邻近有较大血管通过时可造成局部热量“流失”,即“热降效应”(heat sink effect)降低 RFA 疗效,导致肿瘤消融不彻底<sup>[14]</sup>。

#### 3.2 动物实验方面

多项兔子实验研究 RFA 的病理改变显示肿瘤被有效的消融而对周围肺组织损伤较小<sup>[15,16]</sup>。张卫强等<sup>[17]</sup>用兔肺进行 RFA 术,射频灭活后即刻镜检。镜下可见毁损灶发生凝固性坏死,第 7 天,坏死灶开始出现纤维组织增生;1 个月时支气管上皮肺泡上皮增生。肺泡开始重建;2~3 个月恢复正常的组织结构。

Goldberg 等<sup>[16]</sup>研究发现,血流所致热量损失(热降效应)是热消融凝固坏死程度下降的主要决定因素,Anai 等<sup>[18]</sup>也在实验中证实,RFA 过程中阻断肺通气(和)肺血流可增加肺实质凝固性坏死的范围,尤以阻断肺血流明显。Steinke 等<sup>[19]</sup>在活体牛肺消融中发现,直径大于 3 mm 的血管未受到热损伤。

由于肿瘤周围肺组织的导电性及导热性差,使局部热量不易散发,积聚在消融区,而使肿瘤的实体部分坏死更加完全<sup>[20]</sup>。但另一方面,含气肺组织的导电性和导热性差可能阻碍足够消融边缘的形成,使肿瘤的局控率较差。先前研究从组织学上证实了消融后的肺癌边缘仍有残留肿瘤组织<sup>[21-23]</sup>。对于肺癌来说,足够的消融边缘很重要,因为与大部分典型的肝癌和肾癌不同,肺癌通常没有包膜。为保证肿瘤细胞的彻底灭活,实质脏器肿瘤的消融范围至少包括周围 1 cm 以上正常组织<sup>[24]</sup>。

#### 4 操作过程

在 RF 消融前,需检查患者心肺功能,以及是否存在出血倾向和肺部感染,是否正在使用抗凝药物或支气管扩张药。

肺癌的 RFA 目前较多是在 CT 引导下进行。

在患者两大腿中部粘贴皮肤电极,并在两腿间

放置棉垫将腿隔开。穿刺点处作 2~3 mm 皮肤切口,按所测定距离和角度将电极刺入肿瘤组织内部。再行 CT 扫描,若电极位置合适则开始进行射频治疗。早期采用单电极和双电极,可产生 0.8 cm 到 1.6 cm 的凝固性坏死灶<sup>[25]</sup>。目前应用最多的是锚状电极和冷电极,都能产生大约 5 cm 的凝固性坏死灶;锚状电极是将弹性良好的多个细针状电极置于 14~19 号活检穿刺针壳内,制成同轴共壳电极。导入实体组织后,通过针柄上的推进装置,将电极推出针壳展开排成锚状阵列,从而扩大了消融范围;冷电极采用 14~18 号电极,中空双腔设计,针尖内有循环冷却系统,治疗时不断带走热量,使针尖温度保持在 16~20℃,避免针尖周围组织炭化,使热损毁的范围增大<sup>[26]</sup>。

对于直径大于 5 cm 的肿瘤,最好根据 CT 增强和三维重建,准确显示肿瘤大小和形状及与附近结构的关系,采用适形消融,将会获得更为满意的疗效<sup>[27]</sup>。

### 5 疗效及影响因素

#### 5.1 疗效

研究报道 RFA 后肿瘤的完全坏死率为 38%~97%(中位数 90%)<sup>[5,6,9,28-31]</sup>,RFA 处的局部复发率为 3%~38.1%(中位数为 11.2%)<sup>[1,5,6,9,30,31]</sup>。需要注意的是,这些结果的范围相差较大,可能是由于不同机构间的随访期和 RFA 治疗的测量标准不同有关。文献报道 RFA 对肺癌包括转移性肺癌(直径在 0.3~8 cm,平均小于 5 cm)的一次完全损毁率在 38%~69.57%,2 次完全损毁率在 18.75%~25%,总损毁率多数超过 70%<sup>[32]</sup>。肿瘤缩小率因随访的时间不同难以统一,多数报道 RFA 治疗 3 个月后肿瘤不断缩小直至消失。

肖越勇等<sup>[24]</sup>对 43 例周围型肺癌射频消融术后 3 和 6 个月行 CT 复查,显示 43 个病灶中 40 个个体均有不同程度的进行性缩小,肿瘤内部出现大片不规则低密度区,7 个病灶出现含气裂隙及空洞,病灶边缘清晰、轮廓较整、体积减小;增强扫描病灶无强化,术前侵犯胸膜的病灶于治疗后瘤体在缩小的同时与胸膜分离,胸膜增厚等转移征象消失;3 例病灶体积无变化,边缘有环状强化,提示肿瘤复发。

Iguchi 等<sup>[33]</sup>对临近心脏或主动脉(病灶与心脏或主动脉间距 < 10 mm)的 42 个肿瘤行射频治疗,并研究其安全性和有效性。结果其安全性得到证实,全组无一例因肿瘤特殊定位而发生的并发症,

如:心脏、大动脉的刺伤;心包积液;心律不齐或心肌梗死等;但与心、大血管紧密连接的病灶局控率明显小于邻近但不连接的病灶。

## 5.2 影响因素

**5.2.1 肿瘤位置** 有研究认为肿瘤的位置影响射频消融的结果<sup>[34]</sup>。然而,多变量分析没有将这些(与血管和气管接触,位于中心)作为独立危险因素,因为这些因素可能与肿瘤体积较大相关。

**5.2.2 肿瘤大小** 似乎肿瘤的大小和治疗效果间有比较密切的关系<sup>[3-10]</sup>。有研究发现大于 3 cm 和小于 3 cm 病灶的治疗反应有显著差异<sup>[28,29]</sup>。但目前没有足够的证据来确定肿瘤大小的界限。

**5.2.3 患者年龄** Jin 等<sup>[47]</sup>以该组患者平均年龄(58.7 岁)为界,分为低龄组和高龄组,预后分析显示低龄组的生存率比高龄组低( $P = 0.042$ ),年龄因素影响 RFA 治疗肺癌的预后,可能与不同年龄段的肺癌患者具有不同的临床病理特征有关。陈廷锋等<sup>[35]</sup>报道,青年人肺癌以腺癌为主要病理类型,癌细胞分化差,经血运发生远处转移要比鳞癌出现得更早、更常见,这可能是低龄组患者 RFA 治疗后生存率较高龄组低的原因。

**5.2.4 UICC 分期** 肺癌 UICC 分期是根据肿瘤的大小、部位、与邻近器官的关系、淋巴结转移和远处转移等临床特征为依据建立的,是目前公认的指导选择肺癌综合治疗方案和预后的最重要指标<sup>[36]</sup>。多因素分析显示,在年龄、UICC 分期和有无结合化疗 3 个预后相关因素中,UICC 分期风险比最高,Ⅲ/Ⅳ期患者的死亡风险比约为Ⅰ/Ⅱ期患者的 3.6 倍,表明在肺癌的 RFA 治疗中,UICC 分期仍是最重要的预后影响因素。

## 6 疗效评价

### 6.1 CT 评价

RFA 治疗后,凝固坏死区无血供,CT 增强扫描,坏死区无强化,故增强 CT 能鉴别凝固坏死区和残留肿瘤。一般认为近期(3 个月内)复查强化 CT 在治疗部位出现残留强化灶,低密度周围环绕不规则强化环,认为治疗不满意,远期(3~6 个月)复查,肿瘤坏死区明显缩小,其周边环境清晰锐利的强化环表明肿瘤无明显重新生长,认为治疗得当<sup>[37]</sup>。

### 6.2 MRI 评价

治疗后 1 周行 MRI 检查,T2 图像残留肿瘤呈高信号,坏死灶呈低信号;3 个月后,坏死灶 T1 呈高信号,T2 呈低信号。

## 6.3 FDG-PET 评价

Okuma 等<sup>[38]</sup>对兔肺 VX2 肿瘤的消融组和控制组进行了 FDG-PET 比较,消融组 FDG 蓄积明显减少,提示 FDG-PET 有助于判断治疗效果。FDG-PET 在治疗 3 d 后,通过检测坏死灶 FDG 代谢的消失或降低即可得出结果。

消融后 1 个月内,因坏死灶周围反应性充血、纤维组织增生一般还未消失等原因,CT 依据病灶的大小及密度的变化难以与残留或复发肿瘤作鉴别,此时期宜采用 MRI 或 PET 评价<sup>[3,28,39]</sup>。在 3 个月后的疗效评价中以 CT 最方便实用。

## 7 并发症及其处理

### 7.1 气胸

最常见的并发症是气胸,发生率在 9%~52%<sup>[3,28-30,39,40]</sup>。多为电极针刺所致,少量气体可不予处置,中至大量气体可胸穿抽气或放置胸腔闭式引流装置;Lee 等<sup>[28]</sup>的研究发现,气胸发生在中央型肺癌较多见(50%),周围型约为 12%。根据 Hiraki 等<sup>[10]</sup>的研究,认为 RF 消融发生气胸的危险因素包括:性别(男性较多),没有肺部手术史,消融肿瘤数量多,涉及到中叶和下叶,电极在肺中经过的距离越长等。

### 7.2 胸膜反应

术后胸膜炎和少量胸腔积液也可以看到,但大多数是自限性<sup>[42]</sup>。胸腔积液发生率 4%~16%<sup>[28,30,39]</sup>。与胸膜受刺激有关,多数患者治疗后都有少至中等量的胸腔积液,多可自行吸收,严重者需行胸腔引流;Steinke 等<sup>[40]</sup>报道消融后症状性的胸腔积液需要穿刺引流的发生率小于 5%,且常为血性,持续 3~7 d,对症治疗即可消退。

### 7.3 发热

主要是因为机体对射频发出高温的反应性发热和坏死组织吸收热,一般在 38.5℃左右,少数超过 39℃。

### 7.4 胸痛

与壁层胸膜受刺激有关,特别当肿瘤靠近胸壁更易发生,可于术中给予哌替啶止痛。对术后出现的胸痛应查明原因,给予对症处理。

### 7.5 出血

De Baere 等<sup>[9]</sup>报道穿刺中的肺出血发生率为 11%(8/74)。Rossi 等<sup>[6]</sup>报道术后轻度一过性咯血发生率为 4.7%,一般不需特殊治疗。

### 7.6 肺部感染、心包积液

多发生在中心型肺癌患者,该型肿块常包裹或与支气管及大血管相黏连而使这些重要脏器容易损伤,必要时止血抗感染等对症治疗。

## 7.7 其他

一些相对少见的并发症也有报道,如胸壁血肿<sup>[7]</sup>,声音嘶哑<sup>[5]</sup>,皮下气肿和纵隔积气<sup>[42]</sup>,胸膜肿瘤种植<sup>[43]</sup>和微栓子形成<sup>[44]</sup>。

## 8 RFA 与化疗、放疗的联合应用

### 8.1 RFA 与化疗药物的联合应用

陈理明等<sup>[45]</sup>采用吉西他滨联合顺铂为主的化疗方案,结果发现 RFA 结合化疗的患者比未结合化疗的患者生存率高( $P = 0.016$ ),但化疗疗程的多少对生存率并无影响,这可能与化疗药物本身具有较大的不良反应有关。迄今肺癌化疗方案的选择,包括化疗药物的选择和组配、药物剂量的大小、疗程的长短等仍在探讨中。

### 8.2 RFA 与放射治疗的联合应用

射频治疗一般可将肺内病灶的中央区肿瘤细胞(常因乏氧等因素对放射线不敏感)杀灭,而肿瘤周边区、亚临床灶(如纵隔、锁骨上淋巴结区)则通过放射治疗控制,这样可达到更好的肿瘤局部控制或减少原发灶的放疗剂量,肺受照的容积剂量也减少,减轻放疗相关的不良反应。Dupuy 等<sup>[46]</sup>对 21 例不适于外科手术的 I 期非小细胞肺癌患者行放疗加 RFA 治疗相结合的治疗方式,并进行随访与对照研究发现,两者联合在局控率及患者生存率(第 2、5 年累计生存率为 50%和 39%)方面明显优于单纯放疗而并没有增加致死性并发症。

射频消融可作为不能手术切除肺癌患者的替代或补充治疗方法<sup>[28,47]</sup>,另外,一些患者的生活质量可以得到改善。射频消融相对于手术来说是一项局部、微创治疗,减少了对肺实质的损伤,其他的优点还包括有望降低病死率,低价和住院时间短。RFA 于肺原发、继发性肿瘤都显示了较好的临床疗效,提高了患者的生存质量,近、中期存活率较高,但对于能否改善患者的远期生存率尚无统一意见。对于早期肺癌的 RFA 治疗能否替代传统手术治疗,临床上有待进一步研究和观察。

## 【参考文献】

- [1] Fernando HC, De Hoyos A, Landreneau RJ, et al. Radiofrequency ablation for the treatment of non-small lung cancer in marginal surgical candidates [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2005, 129: 639 - 644.
- [2] Galbis-Carvajal JM, Pallardo-Calatayud Y, Revert-Venura A. Computed tomography-guided radiofrequency ablation of malignant lung lesions: early experience [J]. Arch Bronconeumol, 2008, 44: 364 - 370.
- [3] Steinke K, Glenn D, King J, et al. Percutaneous imaging-guided radiofrequency ablation in patients with colorectal pulmonary metastases: 1-year follow-up [J]. Ann Surg Oncol, 2004, 11: 207 - 212.
- [4] Yan TD, King J, Sjarif A, et al. Percutaneous radiofrequency ablation of pulmonary metastases from colorectal carcinoma: prognostic determinants for survival [J]. Ann Surg Oncol, 2006, 13: 1529 - 1537.
- [5] van Sonnenberg E, Shankar S, Morrison PR, et al. Radiofrequency ablation of thoracic lesions: part 2, initial clinical experience-technical and multidisciplinary considerations in 30 patients [J]. AJR, 2005, 184: 381 - 390.
- [6] Rossi S, Dore R, Cascina A, et al. Percutaneous computed tomography-guided radiofrequency thermal ablation of small unresectable lung tumours [J]. Eur Respir J, 2006, 27: 556 - 563.
- [7] Ambrogio MC, Lucchi M, Dini P, et al. Percutaneous radiofrequency ablation of lung tumours: results in the mid-term [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2006, 30: 177 - 183.
- [8] Lagana D, Carratiello G, Mangini M, et al. Radiofrequency ablation of primary and metastatic lung tumors: preliminary experience with a single center device [J]. Surg Endosc, 2006, 20: 1262 - 1267.
- [9] de Baere T, Palussiere J, Auperin A, et al. Midterm local efficacy and survival after radiofrequency ablation of lung tumors with minimum follow-up of 1 year: prospective evaluation [J]. Radiology, 2006, 240: 587 - 596.
- [10] 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: 275 - 283.
- [11] 陈军, 周义成. 肿瘤的射频灭活 [J]. 介入放射学杂志, 2001, 10: 246 - 249.
- [12] Ahmed M, Liu Z, Afzal KS, et al. Radiofrequency ablation: effect of surrounding tissue composition on coagulation necrosis in a canine tumor model [J]. Radiology, 2004, 230: 761 - 767.
- [13] 程庆书, 赵正源, 刘 锐, 等. CTSI 导经皮穿刺锚状电极高温射频治疗肺肿瘤 105 例 [J]. 第四军医大学学报, 2000, 21: 1399 - 1401.
- [14] Goldberg SN, Hahn PF, Tanabe KK, et al. Percutaneous radiofrequency tissue ablation: does perfusion mediated tissue cooling limit coagulation necrosis? [J] J Vasc Interv Radiol, 1998, 9: 101 - 111.
- [15] Putman JB, Thomsen SL, Siegenthal M. Therapeutic implications of heat-induced lung injury [J]. Crit Rev Optical Sci Technol, 2000, 75: 139 - 160.



- [16] Goldberg SN, Gazelle GS, Compton CC, et al. Radio-frequency tissue ablation of VX2 tumor nodules in the rabbit lung[J]. Acad Radiol, 1996, 3: 929 - 935.
- [17] 张卫强, 程庆书, 马连君, 等. 多电极高温射频灭活对兔正常肺组织作用的生物学效应[J]. 中国肺癌杂志, 2002, 5: 444 - 446.
- [18] Anai H, Uchida BT, Pavcnik D, et al. Effects of blood flow and/or ventilation restriction on radiofrequency coagulation size in the lung: an experimental study in swine [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2006, 29: 838 - 845.
- [19] Steinke K, Haghighi KS, Wulf S, et al. Effect of vessel diameter on the creation of ovine lung radiofrequency lesions in vivo: preliminary results[J]. J Surg Res, 2005, 124: 85 - 91.
- [20] 孙志超, 肖湘生. 射频消融治疗肺癌的现状与进展[J]. 介入放射学杂志, 2007, 16: 781 - 784.
- [21] Nomori H, Imazu Y, Watanabe K, et al. Radiofrequency ablation of pulmonary tumors and normal lung tissue in swine and rabbits[J]. Chest, 2005, 127: 973 - 977.
- [22] Hataji O, Yamakado K, Nakatsuka A, et al. Radiological and pathological correlation of lung malignant tumors treated with percutaneous radiofrequency ablation [J]. Intern Med, 2005, 44: 865 - 869.
- [23] Nguyen CL, Scott WJ, Young NA, et al. Radiofrequency ablation of primary lung cancer: results from an ablate and resect pilot study[J]. Chest, 2005, 128: 3507 - 3511.
- [24] 肖越勇, 李家开, 田锦林, 等. CT 引导下周围型肺癌射频消融治疗的临床分析[J]. 中华放射学杂志, 2006, 40: 1317 - 1319.
- [25] 孙崇启, 赵 静. 射频消融技术临床应用现状[J]. 介入放射学杂志, 2007, 16: 502 - 504.
- [26] Gold SN, Gazelle GS, Solbiati L, et al. Radiofrequency tissue ablation: increased lesion diameter with a perfusion electrode [J]. Acad Radiol, 1996, 3: 636 - 644.
- [27] 田建明. CT 引导下经皮肿瘤消融术应用现状[J]. 介入放射学杂志, 2007, 16: 793 - 795.
- [28] Lee JM, Jin GY, Goldberg SN, et al. Percutaneous radiofrequency ablation for inoperable non-small cell lung cancer and metastases: preliminary report[J]. Radiology, 2004, 230: 125 - 134.
- [29] Akeboshi M, Yamakado K, Nakatsuka A, et al. Percutaneous radiofrequency ablation of lung neoplasms: initial therapeutic response[J]. J Vasc Interv Radiol, 2004, 15: 463 - 470.
- [30] Yasui K, Kanazawa S, Sano Y, et al. Thoracic tumors treated with CT-guided radiofrequency ablation: initial experience [J]. Radiology, 2004, 231: 850 - 857.
- [31] Gadaleta C, Catino A, Ranieri G, et al. Radiofrequency thermal ablation of 69 lung neoplasms[J]. J Chemother, 2004, 16: 86 - 89.
- [32] 周伟生, 陈慕豪. 肺癌射频消融治疗[J]. 医学影像学杂志, 2006, 16: 199 - 201.
- [33] Iguchi T, Hiraki T, Gobara H, et al. Percutaneous radio-frequency ablation of lung tumors close to the heart or aorta: evaluation of safety and effectiveness [J]. J Vascular Intervent Radiol, 2007, 18: 733 - 740.
- [34] Cervais DA, McGovern FJ, Arellano RS, et al. Radiofrequency ablation of renal cell carcinoma: part 1, indications, results, and role in patient management over a 6-year period and ablation of 100 tumors[J]. AJR, 2005, 185: 64 - 71.
- [35] 陈廷锋, 蒋国梁, 傅小龙, 等. 40 岁以下青年人肺癌的临床病理特征和预后[J]. 中华肿瘤杂志, 2003, 25: 157 - 159.
- [36] Mountain CF. Revisions in the international system for staging lung cancer[J]. Chest, 1997, 111: 1710 - 1717.
- [37] Damian E. A percutaneous radiofrequency ablation of malignancies in the lung[J]. AJR, 2000, 174: 57 - 59.
- [38] Okuma T, Matsuoka T, Okamura T, et al. 18F-FDG small animal PET for monitoring the therapeutic effect of CT-guided radiofrequency ablation on implanted VX2 lung tumors in rabbits [J]. J Nucl Med, 2006, 47: 1351 - 1358.
- [39] King J, Glenn D, Dark W, et al. Percutaneous radiofrequency ablation of pulmonary metastases in patients with colorectal cancer[J]. Br J Surg, 2004, 91: 217 - 223.
- [40] Steinke K, King J, Glenn DW, et al. Percutaneous radiofrequency ablation of lung tumors with expandable needle electrodes: tips from preliminary experience [J]. AJR, 2004, 183: 605 - 611.
- [41] Dupuy DE, Goldberg SN. Image-guided radiofrequency tumor ablation: challenges and opportunities-Part II[J]. J Vasc Interv Radiol, 2001, 12: 1135 - 1148.
- [42] Radvany MG, Allan PF, Frey WC, et al. Pulmonary radiofrequency ablation complicated by subcutaneous emphysema and pneumomediastinum treated with fibrin sealant injection [J]. AJR, 2005, 185: 894 - 898.
- [43] Yamakado K, Akeboshi M, Nakatsuka A, et al. Tumor seeding following lung radiofrequency ablation: a case report [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2005, 28: 530 - 532.
- [44] Yamamoto A, Matsuoka T, Toyoshima M, et al. Assessment of cerebral microembolism during percutaneous radiofrequency ablation of lung tumors using diffusion-weighted imaging [J]. AJR, 2004, 183: 1785 - 1789.
- [45] 陈理明, 王少彬, 陈俊辉, 等. 射频消融治疗肺癌的预后及其影响因素分析[J]. 中国肿瘤临床与康复, 2007, 14: 320 - 323.
- [46] Dupuy DE, DiPetrillo T, Gandhi S, et al. Radiofrequency ablation followed by conventional radiotherapy for medically inoperable stage I non-small cell lung cancer[J]. Chest, 2006, 129: 738 - 745.
- [47] Jin GY, Han YM, Lee YS. Radiofrequency ablation using a monopolar wet electrode for the treatment of inoperable non-small cell lung cancer: a preliminary report [J]. Korean J Radiol, 2008, 9: 140 - 147.

(收稿日期: 2008-11-19)

作者: 张丽云, 王忠敏, 贡桔, 陈克敏, ZHANG Li-yun, WANG Zhong-min, GONG Ju, CHEN Ke-min  
作者单位: 张丽云, ZHANG Li-yun(上海交通大学医学院附属瑞金医院卢湾分院放射科, 200020), 王忠敏, 贡桔, 陈克敏, WANG Zhong-min, GONG Ju, CHEN Ke-min(瑞金医院放射科)  
刊名: 介入放射学杂志 **ISTIC PKU**  
英文刊名: JOURNAL OF INTERVENTIONAL RADIOLOGY  
年, 卷(期): 2009, 18(1)  
被引用次数: 3次

## 参考文献(47条)

1. Fernando HC, De Hoyos A, Landreneau RJ [Radiofrequency ablation for the treatment of non-small lung cancer in marginal surgical candidates](#) 2005
2. Galbis-Caravajal JM, Pallardo-Calatayud Y, Revert-Venrura A [Computed tomography-guided radiofrequency ablation of malignant lung lesions: early experience](#) 2008
3. Steinke K, Glenn D, King J [Percutaneous imaging-guided radiofrequency ablation in patients with colorectal pulmonary metastases: 1-year follow-up](#) 2004
4. Yan TD, King J, Sjarif A [Percutaneous radiofrequency ablation of pulmonary metastases from colorectal carcinoma: prognostic determinants for survival](#) 2006
5. van Sonnenberg E, Shankar S, Morrison PR [Radiofrequency ablation of thoracic lesions: part 2, initial clinical experience—technical and multidisciplinary considerations in 30 patients](#) 2005
6. Rossi S, Dote R, Caseins A [Percutaneous computed tomography-guided radiofrequency thermal ablation of small unresectable lung tumors](#) 2006
7. Ambrogio MC, Lucchi M, Dini P [Percutaneous radiofrequency ablation of lung tumors: results in the mid-term](#) 2006
8. Lagana D, Carrafiello G, Mangini M [Radiofrequency ablation of primary and metastatic lung tumors: preliminary experience with a single center device](#) 2006
9. de Baere T, Palnssiére J, Auperin A [Midterm local efficacy and survival after radiofrequency ablation of lung tumors with minimum follow-up of 1 year: prospective evaluation](#) 2006
10. Hiraki T, Tajiri N, Mimura H [Pneumothorax, pleural effusion, and chest tube placement after radiofrequency ablation of lung tumors: incidence and risk factors](#) 2006
11. 陈军, 周义成 [肿瘤的射频灭活](#) [期刊论文] - [介入放射学杂志](#) 2001(10)
12. Ahmed M, Liu Z, Afzal KS [Radiofrequency ablation: effect of surrounding tissue composition on coagulation necrosis in a canine tumor model](#) 2004
13. 程庆书, 赵正源, 刘锟 [CTSI 导经皮穿刺锚状电极高温射频治疗肺肿瘤 105 例](#) [期刊论文] - [第四军医大学学报](#) 2000(21)
14. Goldberg SN, Hahn PF, Tanabe KK [Percutaneous radiofrequency tissue ablation: does perfusion mediated tissue cooling limit coagulation necrosis?](#) 1998(09)
15. Putman JB, Thomsen SL, Siegenthal M [Therapeutic implications of heat-induced lung injury](#) 2000
16. Goldberg SN, Gazelle GS, Compton CC [Radio-frequency tissue ablation of VX2 tumor nodules in the rabbit lung](#) 1996

17. 张卫强, 程庆书, 马连君 [多电极高温射频灭活对兔正常肺组织作用的生物学效应](#)[期刊论文]-[中国肺癌杂志](#) 2002
18. Anal H, Uchida BT, Pavenik D [Effects of blood flow and/or ventilation restriction on radiofrequency coagulation size in the lung:an experimental study in swine](#) 2006
19. Steinke K, Haghighi KS, Wulf S [Effect of vessel diameter on the creation of ovine lung radiofrequency lesions in vivo:preliminary results](#) 2005
20. 孙志超, 肖湘生 [射频消融治疗肺癌的现状与进展](#)[期刊论文]-[介入放射学杂志](#) 2007
21. Nomori H, Imazu Y, Watanabe K [Radiofrequency ablation of pulmonary tumors and normal lung tissue in swine and rabbits](#) 2005
22. Hataji O, Yamakodo K, Nakatsuka A [Radiological and pathological correlation of lung malignant tumors treated with percutaneous radiofrequency ablation](#) 2005
23. Nguyen CL, Scott WJ, Young NA [Radiofrequency ablation of primary lung cancer:results from an ablate and resect pilot study](#) 2005
24. 肖越勇, 李家开, 田锦林 [CT导向下周围型肺癌射频消融治疗的临床分析](#)[期刊论文]-[中华放射学杂志](#) 2006
25. 孙崇启, 赵静 [射频消融技术临床应用现状](#)[期刊论文]-[介入放射学杂志](#) 2007
26. Gold SN, Gazelle GS, Solbiati L [Radiofrequency tissue ablation:increased lesion diameter with a perfusian electrode](#) 1996
27. 田建明 [CT引导下经皮肿瘤消融术应用现状](#)[期刊论文]-[介入放射学杂志](#) 2007
28. Lee JM, Jin GY, Goldberg SN [Percutaneous radiofrequency ablation for inoperable non-small cell lung cancer and metastases:preliminary report](#) 2004
29. Akebcshi M, Yamakado K, Nakatsuka A [Percutaneous radiofrequency ablation of lung neoplasms:initial therapeutic response](#) 2004
30. Yasui K, Kanazawa S, Sano Y [Thoracic tumors treated with CT-guided radiofrequency ablation:initial experience](#) 2004
31. Gadaleta C, Catino A, Ranieri G [Radiofrequency thermal ablation of 69 lung neoplasms](#) 2004
32. 周伟生, 陈慕豪 [肺癌射频消融治疗](#)[期刊论文]-[医学影像学杂志](#) 2006
33. Iguchi T, Hiraki T, Gobara H [Percutaneous radiofrequency ablation of lung tumors close to the heart or aorta:evaluation of safety and effectiveness](#) 2007
34. Gervais DA, McGovern FJ, Arellano RS [Radiofrequency ablation of renal cell carcinoma:part 1, indications, results, and role in patient management over a 6-year period and ablation of 100 tumors](#) 2005
35. 陈廷锋, 蒋国梁, 傅小龙 [40岁以下青年人肺癌的临床病理特征和预后](#)[期刊论文]-[中华肿瘤杂志](#) 2003
36. Mountain CF [Revisions in the international system for staging lung cancer](#) 1997
37. Damian E [A percutaneous radiofrequency ablation of malignancies in the lung](#) 2000
38. Okuma T, Matsuoka T, Okamura T [18F-FDG small animal PET for monitoring the therapeutic effect of CT-guided radiofrequency ablation on implanted VX2 lung tumors in rabbits](#) 2006
39. King J, Glenn D, Dark W [Percutaneous radiofrequency ablation of pulmonary metastases in patients with colorectal cancer](#) 2004
40. Steinke K, King J, Glenn DW [Percutaneous radiofrequency ablation of lung tumors with expandable](#)

41. Dupuy DE, Goldberg SN [Image-guided radiofrequency tumorablation:challenges and opportunities-Part II](#) 2001
42. Radvany MG, Allan PF, Frey WC [Pulmonary radiofrequency ablation complicated by subcutaneous emphysema and pneumomediastinum treated with fibrin sealant injection](#) 2005
43. Yamakado K, Akebeshi M, Nakatsuka A [Tumor seeding following lung radiofrequency ablation:a case report](#) 2005
44. Yamamoto A, Matsuoaka T, Toyoshima M [Assessment of cerebral microembolism during percutaneous radiofrequency ablation of lung tumors using diffusion-weighted imaging](#) 2004
45. 陈理明, 王少彬, 陈俊辉 [射频消融治疗肺癌的预后及其影响因素分析](#)[期刊论文]-[中国肿瘤临床与康复](#) 2007
46. Dupuy DE, DiPetrillo T, Gandhi S [Radiofrequency ablation followed by conventional radiotherapy for medically inoperable stage I non-small cell lung cancer](#) 2006
47. Jin GY, Han YM, Lee YS [Radiofrequency ablation using a monopolar wet electrode for the treatment of inoperable non-small cell lung cancer:a preliminary report](#) 2008

#### 相似文献(10条)

1. 期刊论文 郝飞, 田勋燕 [冷循环射频消融治疗无法手术切除的肺癌患者的护理](#) -现代护理2008, 14(4)  
目的 总结冷循环射频消融治疗难以手术切除的肺癌患者护理经验. 方法 对冷循环射频消融治疗难以手术切除的肺癌患者, 给予耐心细致全方位的护理. 结果 冷循环射频消融治疗难以手术切除的肺癌患者康复出院. 结论 冷循环射频消融治疗难以手术切除的肺癌患者, 能够提高患者的生活质量, 专业细心的护理能够使患者早日康复.
2. 期刊论文 王科, 曹金梁, 王炜华, 胡晓冬, 刘宇罡, WANG Ke, CAO Jin-liang, WANG Wei-hua, HU Xiao-dong, LIU Yu-gang [射频消融在肺癌治疗中的应用进展](#) -内蒙古医学杂志2009, 41(11)  
外科手术是根治早期非小细胞肺癌的有效手段. 然而不幸的是, 肺癌患者往往因为确诊时已属晚期, 或者因为心肺功能差而不能耐受手术. 另外, 从历史角度来看, 常规单纯的化疗和放射治疗效果也很有限. 射频消融是治疗肺肿瘤的一种微创技术, 已有的临床研究表明射频消融治疗肺癌具有较高的完全缓解率和可接受的并发症发生率; 对于非小细胞肺癌或肺转移瘤的患者, 射频消融可以作为一种选择治疗方法或补充治疗方法. 本文就肿瘤的射频消融原理以及它与其它治疗方法的临床联合应用作一综述.
3. 期刊论文 肇淑杰, 张建玲, 刘艳春 [射频消融治疗肺癌的护理](#) -中外健康文摘2009, 06(23)  
射频消融对肺癌或不能接受手术切除的患者有较明显的治疗效果.
4. 学位论文 赵健 [集束电极射频消融治疗肺癌的研究](#) 2004  
目的: 1. 观察体内外猪肺组织、肝组织集束电极射频消融的范围和热场分布情况; 探讨不同组织、血液循环对射频消融的影响; 为射频消融治疗肺癌提供实验基础. 2. 观察术中集束电极射频消融肺瘤的热场分布、病理改变. 探讨集束电极射频消融肺瘤的有效范围和对周围肺组织的影响. 3. 探讨集束电极射频消融治疗不可切除非小细胞肺癌和肺转移瘤的可行性、疗效、并发症. 4. 探讨集束电极射频消融治疗肺转移瘤的疗效, 为肺转移瘤的治疗策略提供新的临床证据. 5. 探讨集束电极射频消融联合化疗治疗局部晚期非小细胞肺癌的疗效, 为局部晚期非小细胞肺癌的治疗策略提供新的临床证据. 方法: 1. 用集束电极2000射频消融治疗系统, 对体外新鲜猪肝、猪肺组织和在体有血、无血状态下猪肝、猪肺组织进行射频消融; 消融中测量电极针周围的温度变化, 随后观测组织凝固坏死的形态和范围. 2. 对8例术中探查不能切除的非小细胞肺癌进行集束电极射频消融治疗, 同时观察肿瘤组织、周围肺组织的温度变化; 随后观察肿瘤组织凝固坏死的形态、范围和肿瘤细胞的病理变化. 3. 应用集束电极射频消融治疗172例不可切除非小细胞肺癌和肺转移瘤; 观察射频消融对患者生存质量、机体细胞免疫功能的影响; 观察患者射频消融后的并发症、局部复发率、生存时间. 4. 65例肺转移瘤患者随机分成两组, 射频组给予集束电极射频消融治疗; 对照组给予手术、放射治疗. 入组病例观察和评价细胞免疫功能、生活质量、局部复发率、生存时间等指标. 5. 66例局部晚期非小细胞肺癌患者随机分成两组, 综合组给予集束电极射频消融联合化疗; 对照组给予常规放化疗. 入组病例观察和评价细胞免疫功能、生活质量、局部复发率、生存时间等指标. 结论: 1. 体内外猪肝集束电极射频消融可获得较大椭圆形凝固坏死灶, 消融的范围与血液循环有关, 区域温度呈递减分布; 体外猪肺集束电极射频消融获得的凝固坏死灶小于肝组织. 集束电极射频消融体内外猪肺组织仅在电极周围产生点状变性坏死灶, 局部温度升高不显著. 2. 术中不可切除肺瘤集束电极射频消融能毁损肿瘤组织, 产生较大的凝固性坏死灶. 温度在肿瘤组织中呈缓慢递减分布, 而在周围肺组织中迅速下降. 肺瘤射频消融存在“温室效应”. 3. 集束电极射频消融治疗肺瘤创伤小、安全、有效; 并具有免疫激活作用, 可使机体的细胞免疫功能得到一定程度的改善. 4. 集束电极射频消融治疗能提高肺转移瘤生存质量, 改善患者机体细胞免疫功能, 降低局部复发率低, 但无显著提高1、2、3年生存率. 5. 集束电极射频消融治疗联合化疗能改善局部晚期非小细胞肺癌的生存质量, 提高机体细胞免疫功能, 降低局部复发率, 但无显著提高1、2、3年生存率.
5. 期刊论文 李杰, 窦瑞欣, 程宇清, LI Jie, DOU Rui-xin, CHENG Yu-qing [CT在肺癌射频消融治疗中应用价值的评估](#) (附12例报告) -医学影像学杂志2005, 15(1)  
目的: 探讨CT在肺癌射频消融治疗中的应用价值. 方法: 12例肺癌, 在CT导引监测下完成射频消融治疗. 治疗后即刻行CT扫描, 治疗后均于1~3月内行增强CT观察近期疗效. 结果: 12例中肿块直径<5cm者3例, 近期满意率为100%. 肿块直径>5cm者9例, 近期疗效满意率为67%. 癌灶射频消融满意的主要CT表现为: ①被治疗部位密度明显减低, 其内未见结节或条片状强化区; ②肿块坏死区大小缩小或无明显变化; ③肿块坏死区周边环绕清晰锐利的强化环. 结论: CT在肺瘤射频消融治疗中无论导向定位穿刺、治疗监测和疗效评估都有重要的价值.
6. 期刊论文 王灿云, 赵蓓, 夏皓 [MSCT引导下经皮穿刺射频消融治疗肺癌15例临床观察](#) -浙江实用医学2009, 14(2)  
目的 探讨在MSCT引导下, 利用重建技术行经皮穿刺射频消融(RFA)治疗肺癌的安全性、疗效. 方法 回顾分析15例肺癌病例, 在消融术前行MSCT扫描, 利用重建技术制定治疗计划, 在MSCT引导下经皮穿刺射频消融治疗肺癌, 观察术后有无并发症及短期疗效的影像学评估. 结果 15例成功施行RFA, 治疗前后



肿瘤直径、消融区密度差异有统计学意义。术后并发症出现局限性气胸3例,少量咯血2例,发热5例,胸痛3例。结论 MSCT引导下利用重建技术行经皮穿刺射频消融技术是一种创伤小、易耐受、安全有效的治疗中晚期肺癌的一种方法。

## 7. 期刊论文 [曹彬, 骆璇, 张青海, 史敏科, 孔杰](#) [电视胸腔镜辅助下多极射频消融治疗失去手术治疗机会的肺癌的临床](#)

### [研究](#) - [中国医药指南](#)2009, 7 (11)

目的 电视胸腔镜辅助下多极射频消融治疗失去手术治疗机会的肺癌的近期疗效。方法 对10例失去手术治疗机会的肺癌患者采用电视胸腔镜辅助下多极射频消融治疗。结果 本组无严重并发症或死亡者,术后CT复查,肿瘤经多极射频消融治疗后绝大多数在3个月左右开始缩小。结论 电视胸腔镜辅助下多极射频消融术创伤小,近期疗效确切,是治疗失去手术治疗机会肺癌的一种新的安全可靠的方法。

## 8. 学位论文 [张军](#) [肺癌射频消融治疗的临床实验研究](#) 2003

目的:肺癌的治疗过去一直以外科手术为主要治疗手段。对于一些不适合手术或已失去手术机会的肺癌患者,过去只能采取放疗和化疗。射频技术应用与肺癌的治疗,使得许多过去不能手术的患者,得到了一种新的有效的治疗方法。目前应用射频治疗肺癌技术正处在初步阶段,许多机理在研究之中,射频治疗后患者血清中的CYFRA21-1, IL-2与IL-2R的水平变化与肺癌患者的免疫功能及预后密切相关。该实验的目的是,通过实验观察射频治疗前后患者血清中CYFRA21-1, IL-2与IL-2R水平的变化,研究肺癌患者射频治疗后近期疗效,以便为射频治疗肺癌提供一定的实验基础。结论:1、射频消融治疗肺癌前后,患者血清CYFRA21-1表达的变化,说明射频疗效确切,可有效损毁瘤灶。2、射频消融术后,患者血清中IL-2水平升高,而IL-2R水平下降,说明射频消融术改善肺癌患者细胞免疫功能抑制的状态,提高了机体的细胞免疫功能。3、射频操作简单,对以前无法手术的晚期肺癌(III、IV期)和肺转移瘤效果较好。

## 9. 期刊论文 [张婷, 段宝文](#) [CT引导下射频消融治疗肝癌、肺癌护理](#) - [全科护理](#)2008, 6 (29)

[目地]探讨CT引导下射频消融治疗肝癌、肺癌的护理要点。[方法]对60例接受CT引导下射频消融治疗肝癌、肺癌病人的护理工作进行总结。[结果]采用积极的心理护理及严密的术后监护,所有病人顺利恢复。[结论]积极的心理疏导和严密的监护是CT引导下射频消融治疗肝癌、肺癌护理中的关键所在。

## 10. 期刊论文 [周京旭, 林丽珠, 张恩欣, ZHOU Jing-xu, LIN Li-zhu, ZHANG En-xin](#) [肺癌射频消融治疗的临床分析](#) - [辽宁中医药大学学报](#)2008, 10 (2)

目的:评估在CT引导下经皮肺部恶性肿瘤行射频消融(RF)治疗的有效性和安全性。方法:对24例肺部肿瘤患者的31个肿瘤行局麻下CT引导经皮射频消融术,其中直径 $\leq 4\text{cm}$ 的肿瘤结节26个(19例患者中),4~8cm的5个(5例)。结果:31个肿瘤均顺利完成了射频消融热毁损肿瘤,其中16个肿瘤至少进行了2次以上的重叠消融。肿瘤直径 $\leq 4\text{cm}$ 者,完全毁损率为76.92%(20/26);肿瘤直径4~8cm者,完全毁损率为40.00%(2/5)。31个肿瘤经治疗后病灶完全毁损率达70.97%(22/31)。治疗后患者生存质量评分有明显提高,有显著性差异( $P<0.01$ )。术后并发症均在可耐受范围。结论:肺部肿瘤的射频消融治疗有效、安全,可明显提高肺癌患者的生存质量,有很好的临床应用前景。

## 引证文献(3条)

1. [任彩凤, 龚蕴珍, 李慧倩, 戈蕾, 赵芳](#) [射频消融治疗肺部恶性肿瘤的临床护理](#) [期刊论文] - [介入放射学杂志](#) 2009 (5)

2. [贡桔, 陆志俊, 王忠敏, 陈克敏, 张丽云, 郑云峰](#) [CT引导下射频治疗转移性骨肿瘤的临床应用](#) [期刊论文] - [介入放射学杂志](#) 2009 (5)

3. [王忠敏, 傅维安, 陆志俊, 陈克敏, 贡桔, 张丽云](#) [CT引导下经皮射频消融治疗肾上腺转移性肿瘤的初步疗效](#) [期刊论文] - [介入放射学杂志](#) 2009 (5)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_jrfsxzz200901019.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_jrfsxzz200901019.aspx)

授权使用: qknfy(qknfy), 授权号: f4630c49-7682-4c82-aa7a-9df200e79161

下载时间: 2010年9月15日