

经皮肝脏肿瘤射频消融治疗操作规范专家共识

中华医学会放射学分会介入学组

一、概述

局部消融是治疗肝脏肿瘤的重要手段之一,包括物理消融及化学消融。射频消融(radiofrequency ablation, RFA)是目前常用的物理消融治疗方法之一,其原理是应用频率 $<30\text{ MHz}$ 的电磁波(通常在 $375\sim 500\text{ kHz}$ 之间)所产生的电磁热能造成组织凝固坏死,达到灭活肿瘤的目的。治疗途径有经皮、经腹腔镜和开腹手术3种。经皮RFA是在影像引导下对肿瘤进行消融治疗,影像引导方式包括X线透视、超声、CT和MRI等,具有微创、相对安全、疗效确切、可重复应用等优点,是不适合外科切除或肝移植的早期原发性肝癌首选治疗方法^[1-7];对不适合外科切除的中晚期原发性肝癌及肝脏转移癌,RFA也是综合治疗方法之一^[8-20]。另外,RFA也可应用于肝脏良性实体肿瘤的消融治疗^[21-24]。

经皮肝脏肿瘤RFA虽为一种微创治疗技术,但也存在潜在的治疗风险,甚至有可能产生危及患者生命的严重并发症。为了更好地规范操作技术以减少并发症、提高治疗效果,中华医学会放射学分会介入学组特制订此专家共识,以指导临床。

二、影像引导

X线透视、超声、CT和MRI等均可用于经皮肝脏肿瘤RFA治疗的引导及监控,目前多应用超声和CT引导及监控,不推荐X线透视引导。

1. X线透视引导:X线透视引导穿刺定位,需结合术前动脉化疗栓塞或动脉栓塞(transcatheter arterial chemoembolization or transcatheter arterial embolization, TACE或TAE),通过碘化油标记肿瘤后再行RFA治疗。缺点是术中难以评估消融效果,操作者及患者均受到一定剂量的X线辐射。

2. 超声引导:超声引导的优点是实时引导穿刺,操作简单;可根据消融过程中产生的一过性高回声区评估肿瘤损毁大概范围;超声造影还可即刻评价肿瘤的灭活情况。超声引导的缺点是影像引导存在盲区;图像质量易受消融过程中产生的气泡伪影干扰,影响下一位点的消融治疗。应用超声与CT或超声与MRI影像融合技术可在一定程度上弥补单纯超声引导的不足。

3. CT引导:CT图像密度分辨率高,可清晰显示进针路径、射频电极针与肿瘤及周围组织的关系,定位精准,无盲区;可根据消融后组织坏死产生的低密度区评价肿瘤损毁的大概范围,并可应用增强扫描评价肿瘤灭活情况。缺点是穿刺存在一定盲目性,进针过程不能实时引导,常需反复穿刺、扫描;此外,患者受到一定剂量的X线辐射。

4. MRI引导^[25]:MRI引导的优点是软组织对比度及空间分辨率较高,肿瘤位置及与周围组织关系显示清晰、定位精准;可任意平面成像,有利于选择最佳进针路径;无X线辐射;能实时监测消融区温度场变化,评价肿瘤损毁的大概范围。MRI引导的缺点主要是需使用磁兼容器械,价格相对较高。

在实际工作中可根据具体情况选择合适的引导方式,也可将多种引导方式结合使用。

三、射频电极针

目前射频电极针可分为单极和双极2种类型。可使用单个或多个电极针直接穿刺至肿瘤内进行单点或多点叠加适形RFA治疗。

1. 单极射频电极针:有1个活性电极,同时拥有1个或几个回路电极板。包括多针尖伸展型、冷循环型和灌注型等不同的设计。(1)多针尖伸展型射频电极针:具有一个较粗的套管针,其内可伸出多个子电极针。(2)冷循环型射频电极针:电极针内部有一个密闭的管腔,可通过向管腔内注射冷却生理盐水等对电极针活性端进行冷却,防止射频电极针活性端周围组织炭化。冷循环型射频电极针可分为单束型及三针集束型,后者较前者单点消融体积大。(3)灌注型射频电极针:射频电极针的尖端有小孔,可通过小孔向消融组织内注射液体(通常为生理盐水)防止组织炭化,增大消融体积。

2. 双极射频电极针:由2根电极针组成(分别为活性电极和回路电极)或在1根电极针的尖端同时具有活性电极和回路电极,无需回路电极板。体内有金属植入物及心脏起搏器的患者宜选择双极射频电极针。

四、适应证和禁忌证

1. 适应证:(1)原发性肝癌:不适合手术切除的直径 $\leq 5\text{ cm}$ 单发肿瘤,或最大直径 $\leq 3\text{ cm}$ 的多发(≤ 3 个)肿瘤,无血管、胆管和邻近器官侵犯以及远处转移^[1,6,26-31];不适合手术切除的直径 $> 5\text{ cm}$ 单发肿瘤,或最大直径 $> 3\text{ cm}$ 的多发肿瘤,RFA可作为根治或姑息性综合治疗的一部分^[8-14],推荐RFA治疗前联合TACE或TAE;RFA还可用于肝移植前控制肿瘤生长以及移植后肝内复发、转移的治疗。

DOI:10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2012.07.001

作者单位:中华医学会放射学分会介入学组

通信作者:郑加生,100069 首都医科大学附属北京佑安医院肿瘤微创介入中心;徐克,110001 沈阳,中国医科大学附属第一医院放射科;滕举军,210009 南京,东南大学附属中大医院放射科

(2) 肝脏转移癌: 如果肝外原发病变能够得到有效治疗, 可进行肝脏转移癌 RFA 治疗^[2]。消融治疗中, 对肿瘤大小及数目的规定尚无共识。在多数临床试验中, 将肿瘤最大直径 ≤ 5 cm、数目 ≤ 5 个作为治疗指征^[17-19]。(3) 肝血管瘤: 有临床症状, 肿瘤直径 > 5 cm, 增大趋势明显^[21-24], RFA 可作为治疗方法之一。

2. 禁忌证^[3]: (1) 病灶弥漫; (2) 合并肝外血管、胆管癌栓; (3) 肿瘤侵犯空腔脏器; (4) 肝功能 Child-Pugh C 级; (5) 不可纠正的凝血功能障碍; (6) 患者处于急性感染状态, 尤其是胆系感染; (7) 心、肺、肝、肾等重要脏器功能衰竭; (8) 美国东部肿瘤协作组 (eastern collaborative oncology group, ECOG) 体力状态评分^[32] > 2 级 (表 1); (9) 妊娠期患者。

表 1 ECOG 体力状态评分标准^[32]

分级	体力状态
0 级	活动能力完全正常, 与发病前活动能力无任何差异
1 级	能自由走动及从事轻体力活动, 包括一般家务或办公室工作, 但不能从事较重的体力活动
2 级	能自由走动及生活自理, 但已丧失工作能力, 日间不少于一半时间可以起床活动
3 级	生活仅能部分自理, 日间一半以上时间卧床或坐轮椅
4 级	卧床不起, 生活不能自理
5 级	死亡

注: ECOG: 美国东部肿瘤协作组

五、术前准备

1. 设备和材料: 射频消融治疗仪、射频电极针、穿刺架或定位导航系统、引导针 (CT 或 MRI 引导用) 等。保证影像引导设备及射频消融治疗仪处于正常工作状态。MRI 引导时, 需使用磁兼容设备及耗材。全身麻醉需配备呼吸机及相关设备。

2. 常规检查: 患者需在 2 周内接受血、尿、大便常规, 肝、肾功能, 凝血功能, 肿瘤标志物, 血型检查和感染筛查, 心电图、X 线胸片等检查。

3. 影像检查: 患者需在 2 周内行肝脏超声 (有条件者可进行超声造影)、增强 CT 或增强 MR 检查, 也可行 PET-CT 检查, 观察肿瘤位置、大小、数目、形状, 与大血管、胆管及周围脏器的关系, 指导进针路径。推荐术前至少进行增强 CT 或增强 MRI 一项检查。

4. 病理检查: 为明确诊断, 建议行病灶穿刺活检病理检查。

5. 制定消融方案: 根据患者病情和医院条件确定适宜的引导方式、射频电极针类型及型号, 确定穿刺点、进针路径及布针方案。

6. 药品准备: 术前应准备麻醉、镇静、镇痛、止吐、止血等药物, 急救设备和药品。

7. 患者准备: (1) 患者及家属 (被委托人) 签署手术知情同意书; (2) 局部麻醉前 4 h 禁饮食, 全身麻醉前 12 h 禁食、

前 4 h 禁水; (3) 手术区常规备皮; (4) 建立静脉通道。

六、操作步骤

1. 麻醉: 目前最常用的方式为穿刺点局部麻醉联合术中静脉镇静、镇痛。这种麻醉方法的优点是操作简单、风险小, 术中患者配合好。对于儿童、术中不能配合、预计手术时间长、肿瘤位于疼痛敏感部位的患者, 采用全身麻醉。麻醉前评估可参照美国麻醉医师协会 (American Society of Anesthesiologists, ASA) 的分级标准^[33] (表 2), \leq III 级的患者方可进行 RFA 治疗, 术中监测患者的生命体征、血氧饱和度等。

表 2 ASA 病情分级标准^[33]

分级	标准
I 级	体格健康, 发育营养良好, 各器官功能正常
II 级	除外科疾病外, 有轻度系统性疾病, 功能代偿健全
III 级	系统性疾病较严重, 体力活动受限, 但尚能应付日常活动
IV 级	系统性疾病严重, 丧失日常活动能力, 经常面临生命威胁
V 级	无论手术与否, 生命难以维持 24 h 的濒死患者

注: ASA: 美国麻醉医师协会

2. 术前定位: 术前行影像定位, 选择最佳治疗体位及进针路径, 进针路径须经过部分肝组织, 避开大血管、胆管及重要脏器, 标记穿刺点。

3. RFA 治疗: 手术区域常规消毒、铺巾, 穿刺点局部麻醉。在影像引导下, 射频电极针沿进针路径穿刺至消融靶区。CT 及 MRI 引导时, 射频电极针可在引导针引导下穿刺或直接穿刺, 应分步进针, 根据预消融靶点调整穿刺角度及深度, 扫描确认射频电极针活性端到达预消融靶点后固定射频电极针。并记录射频电极针的角度、深度, 避免手术过程中射频电极针移位。RFA 时根据射频消融治疗仪的类型、射频电极针的型号、肿瘤大小及其与周围组织结构的关系设置治疗参数。超声引导应先消融较深部位肿瘤, 再消融较浅部位肿瘤。为确保肿瘤消融治疗效果, 消融范围应包括肿瘤及瘤周 0.5 ~ 1.0 cm 肝组织, 以获取消融边缘。具体: (1) 小肿瘤: 肿瘤个数 ≤ 3 个、直径 < 3 cm 者, 单次完成 RFA 治疗。(2) 中肿瘤: 直径 3 ~ 5 cm 的肿瘤, 单次多点叠加完成 RFA 治疗。(3) 大肿瘤: 对直径 > 5 cm 的肿瘤, 推荐 RFA 前应用 TACE 或 TAE 治疗^[9-10, 13-14, 34], 大肿瘤 RFA 治疗, 采用多点叠加适形消融治疗, 根据肿瘤情况并结合患者的肝功能及体能状况制定治疗方案, 可单次也可分次完成消融治疗。(4) 邻近胆囊、胃肠道、膈肌的肿瘤: 在引导方式的选择上, 尽量选择肿瘤显示清晰的引导方式。首先消融邻近重要脏器的肿瘤, 对该部分肿瘤也可联合化学消融, 必要时采取一定的保护措施, 避免邻近脏器的热损伤^[35-36]。(5) 突出于肝脏表面的肿瘤: 对这一部位的肿瘤, 应避免直接穿刺, 进针路径需经过肝组织到达肿瘤。推荐术前进行 TACE 或 TAE 治疗, 肿瘤内碘化油沉积密实后可直接穿刺肿瘤。(6) 肝脏尾状叶肿瘤: 避开下腔静脉、门静脉、主要胆管及胃肠道等重要器官, 经右肝或左肝入路穿刺至肿瘤。

4. 治疗结束后处理:根据肿瘤消融时超声显示的一过性高回声区、CT 显示的低密度区及 MRI 显示的温度场评估肿瘤损毁大概范围;也可行超声造影、增强 CT、增强 MRI 检查评估。确认消融区达到预消融范围后撤出射频电极针,同时行针道消融,并行影像检查确认有无出血、气胸等并发症。

5. 治疗过程中注意事项:(1)穿刺前对患者进行呼吸及屏气训练,确保进针路径与肿瘤位置关系相对一致。(2)穿刺路径应经过部分肝组织,尽可能避免直接穿刺肿瘤。(3)穿刺时应准确定位,避免多次穿刺导致肿瘤种植、邻近组织损伤或肿瘤破裂出血等。(4)如果射频电极针已穿刺至肿瘤内但需调整位置时,应原位消融后再进行调整,避免肿瘤种植。(5)对多个肿瘤 RFA 时,射频电极针如需离开肝包膜重新穿刺定位,须行针道消融。

七、术后处理

术后用无菌纱布覆盖穿刺部位,24 h 心电监护,如有必要可延长监护时间。术后常规禁食 4 h。邻近胃肠道的肿瘤消融治疗后,应根据情况适当延长禁食时间。术后 3 d 内进行血常规、肝、肾功能,尿常规检查。根据情况补液、保肝、对症治疗。

八、并发症及处理

RFA 引起的并发症按照严重程度分为轻度(A、B 级)及重度(C~F 级)。A 级:无需治疗,无不良后果;B 级:需要治疗,无不良后果,包括仅需一夜的观察;C 级:需要治疗,住院时间 < 48 h;D 级:需要治疗,增加了医护级别,住院时间 > 48 h;E 级:导致了长久的后遗症;F 级:死亡^[37-38]。有报道,RFA 总体并发症发生率为 0~10.6%,轻微并发症发生率约 4.7%、严重并发症发生率约 2.2%,病死率为 0~1.4%^[39-44]。按照发生时间分为即刻并发症(RFA 后 < 24 h)、围手术期并发症(RFA 后 24 h~30 d)及迟发并发症(RFA 后 > 30 d)^[45],具体如下:

1. 疼痛:一般在术中及术后 1~2 d 出现,持续时间很少超过 1 周。轻度疼痛无需特别处理;中、重度疼痛在排除急腹症等原因的前提下给予镇静、镇痛处理。

2. 消融后综合征:包括低热及全身不适等,为一过自限性症状。其严重程度及持续时间与消融肿瘤体积有关。消融肿瘤体积小的患者可无任何症状。大部分患者症状持续时间为 2~7 d,消融肿瘤体积较大的患者症状可持续 2~3 周。对消融后综合征的治疗,主要是对症支持,可给予退热、止吐、补液等处理^[46-47]。

3. 胆心反射:(1)原因:手术刺激胆道系统引起迷走神经兴奋导致的冠状动脉痉挛和心功能障碍,表现为心动过缓,可伴血压下降、心律失常、心肌缺血甚至发生心室纤颤或心脏停跳。疼痛也可引起迷走神经兴奋,造成心动过缓。(2)治疗:即刻停止 RFA 治疗,静脉注射阿托品;对血压下降、心律失常、心脏停跳患者给予相应的急诊抢救治疗。(3)预防:对肿瘤邻近胆囊、胆管的患者,术后可应用阿托品 0.5 mg 静脉注射降低迷走神经兴奋性;应用镇静、镇痛药,控制疼痛;RFA 可从小功率开始,逐渐调至预定参数。

4. 心包填塞:(1)原因:引导针、射频电极针穿刺及展开子针时误伤心包。(2)治疗:少量心包积液(< 100 ml):即刻停止消融治疗,密切观察病情变化,进入急诊抢救状态,做好心包穿刺引流准备等;中等量以上心包积液(> 100 ml):急诊行心包穿刺引流和相应抢救治疗。(3)预防:对邻近心脏的肿瘤,术前制定详细手术治疗计划,优先选择可以实时引导穿刺的影像引导方式,防止误穿。

5. 肝脓肿:(1)原因:RFA 治疗区组织液化坏死继发感染或消融区形成胆汁瘤继发感染。(2)治疗:及时行经皮脓肿引流及抗感染治疗。(3)预防:严格无菌操作,对有感染危险因素(糖尿病、十二指肠乳头切开术后等)及消融体积较大的患者可预防性应用抗生素。

6. 肝功能衰竭:(1)原因:术后发生严重并发症,如感染、出血、胆道损伤等。(2)治疗:积极保肝及治疗并发症(抗感染、脓肿引流、止血、扩容、胆道引流等)。(3)预防:术中避免损伤胆道、血管;术后预防相关并发症的发生,积极保肝治疗。

7. 肝包膜下血肿、腹腔出血:(1)原因:肝包膜、肝实质撕裂,肿瘤破裂、血管损伤、针道消融不充分等。(2)治疗:监测患者生命体征,少量出血保守治疗;动脉性活动性出血同时行动脉栓塞或消融止血;对有失血性休克的患者积极抗休克治疗,必要时手术探查止血。(3)预防:避开较大血管分支穿刺,减少穿刺次数,离开肝包膜调整射频电极针及术毕退针时须消融针道。

8. 气胸:(1)原因:穿刺时损伤脏层胸膜或肺组织。(2)治疗:少量气胸保守治疗,中至大量气胸行穿刺抽吸气体或胸腔闭式引流。(3)预防:术前对患者进行呼吸及屏气训练,常规采用平静呼吸屏气下穿刺,穿刺时避免损伤脏层胸膜或肺组织。

9. 胸腔积液:(1)原因:邻近膈肌肿瘤消融治疗损伤膈肌和胸膜组织,消融后坏死组织刺激胸膜,坏死组织液化或胆汁瘤直接破入胸膜腔。(2)治疗:少量胸腔积液保守治疗,中至大量胸腔积液行穿刺抽吸或引流。(3)预防:消融邻近膈肌肿瘤时,尽量避免膈肌和胸膜损伤,对邻近膈肌的肿瘤部分可结合化学消融。

10. 胆管及胆囊损伤:(1)原因:射频电极针引起的胆管及胆囊机械性损伤或热损伤。(2)治疗:无症状体征的轻微胆管扩张,保守治疗;梗阻性黄疸行经皮经肝或逆行胆道引流及胆道成形术;对有症状及逐渐增大的胆汁瘤可行经皮引流术。(3)预防:消融时避免损伤较大肝内胆管及胆囊;也可行胆管置管,消融时泵入生理盐水保护胆管^[48]。

11. 肝动脉-门静脉或肝动脉-肝静脉瘘:(1)原因:损伤肝动脉及门静脉或肝静脉分支。(2)治疗:分流量的肝动脉-门静脉或肝动脉-肝静脉瘘无需治疗,对分流量大者可行弹簧圈栓塞治疗。

12. 胃肠道损伤:(1)原因:消融邻近胃肠道的肿瘤时,造成胃肠道损伤,甚至穿孔。(2)治疗:胃肠道穿孔时,禁饮食、胃肠减压,及时行外科手术治疗。(3)预防:精准定位并

合理设定消融参数,可通过注入气体(过滤空气或 CO₂)或液体(5%葡萄糖或注射用水)分离肿瘤与邻近胃肠道后进行消融治疗,对邻近胃肠道的肿瘤也可结合化学消融。肿瘤已侵犯胃肠道者禁行 RFA 治疗^[35]。

13. 膈肌损伤:(1)原因:肿瘤邻近膈肌,消融治疗造成膈肌热损伤。(2)治疗:形成气胸或胸腔积液者,治疗见“气胸”及“胸腔积液”的处理。(3)预防:可通过在膈下或胸膜腔注射液体(5%葡萄糖或注射用水)保护膈肌,对邻近膈肌的肿瘤结合化学消融^[35]。

14. 肿瘤种植:(1)原因:主要为反复多次穿刺及针道消融不充分。(2)治疗:可行种植肿瘤的消融治疗。(3)预防:避免直接穿刺肿瘤;精准定位,减少穿刺肿瘤次数;射频电极针穿刺肿瘤后,如需调整位置时应原位消融肿瘤后再进行调整^[49]。

15. 皮肤损伤:(1)原因:回路电极板粘贴不实或不称、一侧回路电极板脱落等使局部电流负荷过大;消融治疗时引导针与射频电极针活性端接触,使引导针所经组织及局部皮肤损伤。(2)治疗:应用烫伤膏、对症处理并预防感染。(3)预防:负极板粘贴密实、对称;负极板局部冰袋冷却;一侧负极板过热时立即查找原因;消融治疗时避免引导针与射频电极针活性端接触。

16. 其他少见并发症:肋间动脉及肋间神经损伤、胆管-支气管瘘等。(1)原因:穿刺损伤肋间动脉、肋间神经及肺组织等。(2)治疗:肋间动脉损伤可应用止血药物,局部压迫、栓塞或消融止血;肋间神经损伤应用营养神经药物及对症治疗;胆管-支气管瘘可行引流或手术治疗。(3)预防:RFA 穿刺时避开肋间动脉及肋间神经走行区,充分消融针道以降低肋间动脉出血风险;膈顶部位肿瘤 RFA 治疗时应经肝组织穿刺肿瘤,也可结合人工胸水、气胸,避免穿刺肺组织以防止胆管-支气管瘘。

九、疗效评估及随访

1. 疗效评估:增强 CT 或增强 MRI 是目前评价消融效果的标准方法,有条件的可使用 PET-CT,超声造影可用于治疗结束后初步评价消融效果。术后 4~6 周复查增强 CT 或增强 MRI。肿瘤完全消融:肿瘤及消融边缘无强化,伴或不伴同心、匀称、光滑的环形强化带。肿瘤残余或复发:消融边缘表现为散在、结节状、不规则偏心强化^[50-52]。

2. 后期随访:术后 1 年内每 1~3 个月复查超声及增强 CT 或增强 MRI、肿瘤标志物和肝功能;1 年后每 3 个月复查 1 次。主要观察局部病灶有无进展、有无新发肝内病灶及肿瘤肝外转移^[45]。

十、总结

肝脏肿瘤 RFA 治疗要严格掌握适应证、禁忌证、操作要点、注意事项及并发症的防治。影像引导精确定位穿刺、精准完全消融是治疗成功的关键。为减少肿瘤复发及转移机会,消融范围应包括肿瘤及瘤周 0.5~1.0 cm 肝组织,以获取消融边缘。对于中、晚期肝癌及转移癌,可先行 TACE 或 TAE 治疗,再择期行 RFA 治疗,以实现减瘤甚至根治性治疗

效果。消融治疗同时要注重肝功能保护,对多发肿瘤及大肿瘤可分次、多点叠加 RFA,短期内有效控制肿瘤。在 RFA 治疗的同时还应结合化学药物治疗、放射免疫、分子靶向药物及化学消融等治疗才能进一步提高肝恶性肿瘤治疗的总体效果。

参 考 文 献

- [1] de Lope CR, Tremosini S, Forner A, et al. Management of HCC. *J Hepatol*, 2012, 56 Suppl 1:S75-87.
- [2] Crocetti L, de Baere T, Lencioni R. Quality improvement guidelines for radiofrequency ablation of liver tumours. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2010, 33:11-17.
- [3] 中国抗癌协会肝癌专业委员会,中国抗癌协会临床肿瘤学协作专业委员会,中华医学会肝病学会分会肝癌学组. 肝癌局部消融治疗规范的专家共识. *中华肝脏病杂志*, 2011, 19: 257-259.
- [4] Kokudo N, Makuuchi M. Evidence-based clinical practice guidelines for hepatocellular carcinoma in Japan; the J-HCC guidelines. *J Gastroenterol*, 2009, 44 Suppl 19:119-121.
- [5] Kudo M, Izumi N, Kokudo N, et al. Management of hepatocellular carcinoma in Japan; Consensus-Based Clinical Practice Guidelines proposed by the Japan Society of Hepatology (JSH) 2010 updated version. *Dig Dis*, 2011, 29:339-364.
- [6] Kudo M. Local ablation therapy for hepatocellular carcinoma: current status and future perspectives. *J Gastroenterol*, 2004, 39: 205-214.
- [7] 吴沛宏. 论射频消融技术在肿瘤综合治疗中的作用. *中华放射学杂志*, 2002, 36:294.
- [8] 郑加生,孙斌,崔雄伟,等. 合并门静脉癌栓的原发性肝癌的综合介入治疗. *中国介入影像与治疗学*, 2011, 8: 81-84.
- [9] 吴沛宏,张福君,赵明,等. 肝动脉栓塞化疗联合 CT 导向射频消融术治疗中、晚期肝癌的评价. *中华放射学杂志*, 2003, 37: 901-904.
- [10] 吴宇旋,窦永充,张彦舫,等. 经皮射频消融治疗巨大肝癌. *介入放射学杂志*, 2007, 16:755-758.
- [11] 陈世喙,尹国文,徐卫东,等. 超声引导下经皮射频消融治疗中晚期肝癌的临床研究. *介入放射学杂志*, 2008, 17:37-40.
- [12] 郑云峰,陈克敏,王忠敏,等. CT 引导下经皮射频消融治疗较大原发性肝癌的临床应用. *介入放射学杂志*, 2009, 18: 353-356.
- [13] 郑加生,李建军,崔雄伟,等. 肝动脉化疗栓塞联合 CT 引导下射频消融术治疗肝癌的疗效分析. *介入放射学杂志*, 2009, 18: 324-327.
- [14] Peng ZW, Chen MS, Liang HH, et al. A case-control study comparing percutaneous radiofrequency ablation alone or combined with transcatheter arterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma. *Eur J Surg Oncol*, 2010, 36:257-263.
- [15] 王健,佟小强,宋莉,等. 射频消融联合肝动脉化疗栓塞治疗肝转移癌. *中华放射学杂志*, 2011, 45:662-665.
- [16] 赵明,王健鹏,吴沛宏,等. 射频消融治疗结直肠肝转移及其预后因素分析. *中华医学杂志*, 2010, 90:1587-1592.
- [17] Sørensen SM, Mortensen FV, Nielsen DT. Radiofrequency ablation of colorectal liver metastases: long-term survival. *Acta Radiol*, 2007, 48:253-258.
- [18] Hildebrand P, Leibecke T, Kleemann M, et al. Influence of operator experience in radiofrequency ablation of malignant liver tumours on treatment outcome. *Eur J Surg Oncol*, 2006, 32: 430-434.
- [19] Lencioni R, Crocetti L, Cioni D, et al. Percutaneous radiofrequency ablation of hepatic colorectal metastases: technique, indications, results, and new promises. *Invest Radiol*, 2004, 39:689-697.
- [20] 范卫君,赵明,吴沛宏,等. 经皮射频消融术在肝脏肿瘤治

- 疗中的临床价值. 中华放射学杂志, 2002, 36:313-316.
- [21] Cui Y, Zhou LY, Dong MK, et al. Ultrasonography guided percutaneous radiofrequency ablation for hepatic cavernous hemangioma. *World J Gastroenterol*, 2003, 9:2132-2134.
- [22] Fan RF, Chai FL, He GX, et al. Clinical evaluation of radiofrequency ablation therapy in patients with hepatic cavernous hemangiomas. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2006, 86: 2134-2137.
- [23] 夏锋, 陈媛媛, 马宽生, 等. 肝血管瘤的多途径射频消融治疗. *肝胆外科杂志*, 2009, 17:274-276.
- [24] Park SY, Tak WY, Jung MK, et al. Symptomatic-enlarging hepatic hemangiomas are effectively treated by percutaneous ultrasonography-guided radiofrequency ablation. *J Hepatol*, 2011, 54:559-565.
- [25] 林征宇, 张涛, 胡建平, 等. 1.5 T MR 导向下肝脏恶性肿瘤射频消融治疗技术初探. *中华放射学杂志*, 2010, 44: 1304-1307.
- [26] Lencioni R, Cioni D, Crocetti L, et al. Early-stage hepatocellular carcinoma in patients with cirrhosis: long-term results of percutaneous image-guided radiofrequency ablation. *Radiology*, 2005, 234:961-967.
- [27] Tateishi R, Shiina S, Teratani T, et al. Percutaneous radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma. An analysis of 1000 cases. *Cancer*, 2005, 103:1201-1209.
- [28] Cabassa P, Donato F, Simeone F, et al. Radiofrequency ablation of hepatocellular carcinoma: long-term experience with expandable needle electrodes. *AJR Am J Roentgenol*, 2006, 186(5 Suppl 1): S316-321.
- [29] Choi D, Lim HK, Rhim H, et al. Percutaneous radiofrequency ablation for early-stage hepatocellular carcinoma as a first-line treatment: long-term results and prognostic factors in a large single-institution series. *Eur Radiol*, 2007, 17:684-692.
- [30] Takahashi S, Kudo M, Chung H, et al. Initial treatment response is essential to improve survival in patients with hepatocellular carcinoma who underwent curative radiofrequency ablation therapy. *Oncology*, 2007, 72 Suppl 1:98-103.
- [31] Hiraoka A, Horiike N, Yamashita Y, et al. Efficacy of radiofrequency ablation therapy compared to surgical resection in 164 patients in Japan with single hepatocellular carcinoma smaller than 3 cm, along with report of complications. *Hepatogastroenterology*, 2008, 55:2171-2174.
- [32] Oken MM, Creech RH, Tormey DC, et al. Toxicity and response criteria of the Eastern Cooperative Oncology Group. *Am J Clin Oncol*, 1982, 5:649-655.
- [33] Owens WD, Felts JA, Spitznagel EL Jr. ASA physical status classifications: a study of consistency of ratings. *Anesthesiology*, 1978, 49:239-243.
- [34] Takaki H, Yamakado K, Uraki J, et al. Radiofrequency ablation combined with chemoembolization for the treatment of hepatocellular carcinomas larger than 5 cm. *J Vasc Interv Radiol*, 2009, 20:217-224.
- [35] 陈敏华, 杨薇, 严昆, 等. 应用射频消融法对肝肿瘤患者进行规范化治疗. *中华医学杂志*, 2005, 85: 1741-1746.
- [36] Raman SS, Lu DS, Vodopich DJ, et al. Minimizing diaphragmatic injury during radio-frequency ablation: efficacy of subphrenic peritoneal saline injection in a porcine model. *Radiology*, 2002, 222:819-823.
- [37] Lewis CA, Allen TE, Burke DR, et al. Quality improvement guidelines for central venous access. The Standards of Practice Committee of the Society of Cardiovascular & Interventional Radiology. *J Vasc Interv Radiol*, 1997, 8:475-479.
- [38] Burke DR, Lewis CA, Cardella JF, et al. Quality improvement guidelines for percutaneous transhepatic cholangiography and biliary drainage. Society of Cardiovascular and Interventional Radiology. *J Vasc Interv Radiol*, 1997, 8:677-681.
- [39] Mulier S, Mulier P, Ni Y, et al. Complications of radiofrequency coagulation of liver tumours. *Br J Surg*, 2002, 89:1206-1222.
- [40] Livraghi T, Solbiati L, Meloni MF, et al. Treatment of focal liver tumors with percutaneous radiofrequency ablation: complications encountered in a multicenter study. *Radiology*, 2003, 226: 441-451.
- [41] Curley SA, Marra P, Beaty K, et al. Early and late complications after radiofrequency ablation of malignant liver tumors in 608 patients. *Ann Surg*, 2004, 239:450-458.
- [42] Kasugai H, Osaki Y, Oka H, et al. Severe complications of radiofrequency ablation therapy for hepatocellular carcinoma: an analysis of 3891 ablations in 2614 patients. *Oncology*, 2007, 72 Suppl 1:72-75.
- [43] Jansen MC, Van duijnhoven FH, Van Hillegersberg R, et al. Adverse effects of radiofrequency ablation of liver tumours in the Netherlands. *Br J Surg*, 2005, 92:1248-1254.
- [44] 李建军, 郑加生, 崔雄伟, 等. CT 引导下肝肿瘤射频消融治疗的并发症分析. *介入放射学杂志*, 2009, 18: 367-369.
- [45] Goldberg SN, Grassi CJ, Cardella JF, et al. Image-guided tumor ablation: standardization of terminology and reporting criteria. *Radiology*, 2005, 235:728-739.
- [46] Dodd GD 3rd, Napier D, Schoolfield JD, et al. Percutaneous radiofrequency ablation of hepatic tumors: postablation syndrome. *AJR Am J Roentgenol*, 2005, 185:51-57.
- [47] 范瑞芳, 柴福录, 贺冠亮, 等. 原发性肝癌射频消融后综合征的临床观察. *中华肝胆外科杂志*, 2007, 13:300-303.
- [48] Dominique E, El Otmány A, Goharin A, et al. Intraductal cooling of the main bile ducts during intraoperative radiofrequency ablation. *J Surg Oncol*, 2001, 76:297-300.
- [49] Llovet JM, Vilana R, Brú C, et al. Increased risk of tumor seeding after percutaneous radiofrequency ablation for single hepatocellular carcinoma. *Hepatology*, 2001, 33:1124-1129.
- [50] 刘兆玉, 畅智慧, 卢再鸣. 肝脏恶性肿瘤射频消融术后 PET-CT 早期复查的临床价值. *中华放射学杂志*, 2009, 43: 527-530.
- [51] 陈珑, 倪才方. 肝脏恶性肿瘤射频消融术后影像学进展. *中华放射学杂志*, 2007, 41:991-994.
- [52] 饶圣祥, 曾蒙苏, 陈财, 等. 原发性肝细胞癌射频消融治疗后 MR 动态随访研究. *中华放射学杂志*, 2010, 44: 1244-1247.

协作组成员:首都医科大学佑安医院肿瘤微创介入中心(郑加生);北京大学第一医院介入血管外科(邹英华);北京协和医院放射科(李晓光);北京军区总医院放射科(李京雨);中国医科大学附属第一医院放射科(徐克、苏红英);中国医科大学附属盛京医院放射科(刘兆玉);东南大学附属中大医院放射科(滕皋军);南京医科大学附属南京第一医院放射影像科(顾建平);复旦大学附属中山医院放射科(王建华);中山大学附属第三医院放射科(单鸿、朱康顺);徐州医学院附属医院介入放射科(祖茂衡);苏州大学附属第一医院介入科(倪才方);天津肿瘤医院介入治疗肿瘤科(郭志);中山大学肿瘤防治中心影像与微创介入中心(张福君、范卫君);华中科技大学同济医学院附属协和医院介入科(郑传胜);解放军白求恩国际和平医院放射诊断科(崔进国)

(收稿日期:2012-02-29)

(本文编辑:高宏)