

10mm 孕妇,在进行羊膜腔灌注术时,B 超提示胎儿背部皮下出现约 4cm × 4cm 囊肿,术后 72h 复查 B 超,胎儿背部囊肿消失,该新生儿出生后,背部检查未见明显损伤。提示 AI 是有创性操作,应由临床经验较丰富的临床医生和 B 超技师配合完成。

经腹羊膜腔灌注术对胎儿畸形率的诊出情况羊水过少时,胎儿过度屈曲和缺少“声窗”,导致漏诊部分胎儿畸形。AI 可以增加羊水量,从而提高胎儿畸形的检出率。Pryde 等^[13]报道妊娠中期 AI 可以使超声下胎儿结构声像清晰度从 51% 增加到 77%。陈淑贤等^[10]在研究经腹羊膜腔灌注术及传统的补液治疗对 81 例妊娠 32 周前发生羊水过少的疗效差异的临床观察研究中,有 11 例在进行 AI 操作后 B 超诊断出胎儿畸形。何尧等^[9]对 25 例妊娠 28 ~ 34 周羊水过少者行 AI 术后,2 例证实为胎儿畸形。提示 AI 能提高胎儿畸形的检出率。35 例施行经腹羊膜腔灌注组孕妇中,有 1 例治疗前未发现胎儿左肾缺如,治疗后 B 超提示上述畸形。

综上所述,经腹羊膜腔灌注术可以改善妊娠 28 周后发生羊水过少的妊娠结局,有助于及时诊断胎儿畸形,操作并发症少,安全性高,值得临床应用推广。

参考文献

- 1 刘卿. 羊水过少与妊娠并发症的相关性研究[J]. 吉林医学, 2010,24: 4048 - 4049
- 2 Kozinszky ZJ, Sikovanyecz N, Pasztor. Severe midtrimester oligohydramnios: treatment strategies[J]. Curr Opin Obstet Gynecol, 2014, 26(2): 67 - 76
- 3 谢惠,尹春艳. 羊水过少的病因学研究[J]. 医学综述, 2013,5:

884 - 886

- 4 Petrozella LN, Dashe JS, McIntire DD, *et al.* Clinical significance of borderline amniotic fluid index and oligohydramnios in preterm pregnancy[J]. Obstet Gynecol, 2011, 117(2 Pt 1): 338 - 342
- 5 刘永梅,李全香. 晚期羊水过少诊治进展[J]. 国际妇产科学杂志, 2009,2: 148 - 150,157
- 6 Van Teeffelen S, Pajkrt E, Willekes C, *et al.* Transabdominal amnioinfusion for improving fetal outcomes after oligohydramnios secondary to preterm prelabour rupture of membranes before 26 weeks[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2013,8: Cd009952
- 7 Gramellini D, Fieni S, Kaihura C, *et al.* Antepartum amnioinfusion: a review[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2003,14(5): 291 - 296
- 8 Shipp TD, Bromley B, Pauker S, *et al.* Outcome of singleton pregnancies with severe oligohydramnios in the second and third trimesters[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 1996, 7(2): 108 - 113
- 9 何尧,方敏,周夫群,等. 羊膜腔灌注治疗未足月羊水过少的价值[J]. 浙江预防医学, 2009,2: 10 - 12
- 10 陈淑贤,张玉洁,聂军. 经腹羊膜腔灌注术治疗妊娠 32 周前合并羊水过少的临床研究[J]. 热带医学杂志, 2011,5: 599 - 601
- 11 Hsu TY, Hsu JJ, Fu HC, *et al.* The changes in Doppler indices of fetal ductus venosus and umbilical artery after amnioinfusion for women with preterm premature rupture of membranes before 26 weeks' gestation[J]. Taiwan J Obstet Gynecol, 2009,48(3): 268 - 272
- 12 Takahashi Y, Iwagaki S, Chiaki R, *et al.* Amnioinfusion before 26 weeks' gestation for severe fetal growth restriction with oligohydramnios: preliminary pilot study[J]. J Obstet Gynaecol Res, 2014,40(3): 677 - 685
- 13 Ayadi S, Carbillon L, Varlet C, *et al.* Fatal sepsis due to Escherichia coli after second - trimester amniocentesis[J]. Fetal Diagn Ther, 1998,13(2): 98 - 99

(收稿日期:2016 - 06 - 20)

(修回日期:2016 - 07 - 08)

实时超声造影在活体猪肝多次射频消融中应用价值的实验研究

黄磊 黄建钊 刘江伟 孙海英 赵鹏伟 柳严 孙倩

摘要 目的 探究实时超声造影(contrast - enhanced ultrasound, CEUS)在活体猪肝多次射频消融(radiofrequency Ablation, RFA)中的应用价值。**方法** 首先建立活体猪肝不完全消融灶模型,然后由实时 CEUS 指导二次 RFA,并且 RFA 术后予实时 CEUS 评估消融效果。另外在活体猪肝不完全消融灶模型的基础上由实时 CEUS 指导 RFA, RFA 术后予实时 CEUS 评估消融效

基金项目:贵州省科技厅联合基金资助项目(黔科合 LH 字[2014]7016 号)

作者单位:550002 贵阳,贵州医科大学附属人民医院

通讯作者:黄建钊,电子信箱:huangjzg@126.com

果,并将消融灶分为完全消融组和不完全消融组,将不完全消融组中的半数消融灶在实时 CEUS 指导下补充 RFA 直至实时 CEUS 判断为完全消融。实验结束后对消融灶行病理检查,最后将 CEUS 检查结果与病理检查结果相比较。**结果** 本实验用 7 只活体猪肝共产生二次射频消融灶 31 个,实时 CEUS 评估有 10 个不完全消融,21 个完全消融,病理检查示 9 个不完全消融,22 个完全消融。实时 CEUS 指导二次 RFA 的完全消融率为 71%,不完全消融率为 29%。实时 CEUS 判断消融灶残留的准确性为 83.9%,敏感度 77.8%,特异性 86.3%,并且 CEUS 与病理检查判断消融灶是否完全消融结果的 *McNemar* 检验 $P > 0.05$,差异无统计学意义,表明两种判断结果是相一致的。另外 3 只活体猪肝多次射频消融实验中,证实 CEUS 判断无残留的消融灶病理检查也证实真的无残留,而有残留的消融灶内病理检查时也发现有正常肝细胞的残留。**结论** 实时 CEUS 能准确的指导活体猪肝进行多次 RFA,并且能为活体猪肝的多次 RFA 疗效评估提供可靠的影像学依据。

关键词 肝脏 射频消融 超声造影 动物实验

中图分类号 R445.1

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2017.10.028

Experimental Study of Contrast-enhanced Ultrasound in Porcine Liver Multiple Radiofrequency Ablation Application Value. Huang Lei, Huang Jianzhao, Liu Jiangwei, et al. Department of Hepatobiliary Surgery, The Affiliated Provincial People's Hospital, Guizhou Medical University, Guizhou 550002, China

Abstract Objective To explore the application value of Real time Contrast-enhanced ultrasound (contrast-enhanced ultrasound, CEUS) in porcine liver Multiple radiofrequency ablation (radiofrequency Ablation, RFA). **Methods** Firstly, building incomplete ablation model in porcine liver, and then the twice RFA was guided by real-time CEUS, and the ablation effect was evaluated by real-time CEUS after RFA. In addition, RFA was guided by real-time CEUS on the basis of the incomplete ablation model of live pig liver. The effect of ablation was evaluated by real-time CEUS after RFA, and the ablation foci was divided into complete ablation group and incomplete ablation group, under the guidance of real-time CEUS, half of the ablation sites in the incomplete ablation group were supplemented with RFA until it was judged as completely ablated by real-time CEUS. At the end of the experiment, pathological examination was performed on the ablation foci, and the results of CEUS examination were compared with the pathological findings. **Results** In this study, a total of 31 twice radiofrequency ablation foci were produced in 7 live pigs, real time CEUS evaluation revealed 10 incomplete ablation and 21 complete ablation, pathological findings showed 9 incomplete ablation and 22 complete ablation. The complete ablation rate of twice RFA guided by real-time CEUS was 71%, and the incomplete ablation rate was 29%. The accuracy of real time CEUS for the determination of residual ablation was 83.9%, the sensitivity was 77.8%, and the specificity was 86.3%. The *McNemar* test results of CEUS and pathological examination to determine whether the ablation site was fully ablated were $P > 0.05$, the difference was not statistically significant, indicating that the two judgments were consistent. Another 3 live pig liver multiple radiofrequency ablation experiments, confirmed that there were no residual ablation foci judged by CEUS. The pathological findings also confirmed that there was no residual. During pathological examination, residual normal hepatocytes were also found in the residual ablation foci. **Conclusion** Real time CEUS can accurately guide the living pig liver to carry on many times RFA, and it can provide a reliable imaging basis for the evaluation of multiple RFA effects of live pig liver.

Key words Liver; Radiofrequency ablation; Contrast-enhanced ultrasound; Animal experimentation

在我国肝癌是一种常见的恶性肿瘤,其发生率和病死率分别为 14.3%、19.0%^[1]。肝癌主要治疗方法有手术切除、RFA、PEI、TACE 等,但手术切除仍是首选^[2],这是因为手术能将肿瘤及周边组织尽可能的切除^[3]。然而肝癌患者常伴有肝功能不全、肝硬化等限制了手术的实施^[4]。因此那些不愿手术或不能手术的患者选择非手术治疗,非手术治疗的方式包括 RFA、PEI、TACE 等。其中 RFA 因定位准确、局部疗效好等优点得到广泛的重视,而且 RFA 相比其他非手术疗法更为有效^[5-7]。但 RFA 术后同样面临着肿瘤的残留和复发等问题,因此 RFA 术后疗效的评估显得非常重要。近年来 CEUS 显著的提升了肝癌

的检出率,并能清晰地显示肝癌与邻近组织的关系以及癌灶内的微血流信号,被广泛应用于肝癌的诊疗中,同时其还能评估 RFA 术后的疗效,使灭活不全的病灶及时进行补充 RFA^[8,9]。本研究旨在探究实时 CEUS 在活体猪肝多次射频消融中的应用价值。

材料和方法

1. 材料:(1)实验动物:实验动物均购自贵阳中医学院实验动物研究所,小型猪 10 只,质量 40~45kg,6~12 月龄,雌雄不限。(2)实验仪器:射频消融仪是 RITA:MODEL F 型射频仪(美国),输出频率:460kHz,最高温 105℃,StarBrust SDE 带鞘集束射频

消融针,展开直径 2~5cm。超声检查为 Mingdray 超声仪,探头为 c5-2E,频率(2.0~5.0)MHz。(3)实验试剂:超声造影剂为 Sonovue 59 毫克/瓶(氟化硫干粉剂,意大利 Bracco 公司)。麻醉剂为戊巴比妥钠、陆眠宁。

2. 方法:(1)活体猪肝不完全消融灶模型的建立:①动物麻醉:在小型猪耳后部予以戊巴比妥钠、陆眠宁肌注麻醉;②麻醉满意后常规备皮将电极片贴于猪的两只后蹄形成闭合电流回路。在 RFA 开始前予以常规超声扫描活体猪肝检查无异常后选取待消融部位。待消融部位选定后在 B 超引导下经皮将射频针刺入到肝脏内的待消融部位,以拟定直径 3cm 进行 RFA,同时避免消融灶完全消融。(2)活体猪肝不完全消融灶进行二次 RFA:①不完全消融灶模型建立后即刻予以常规超声扫描活体猪,选定射频消融灶后切换至造影模式,将超声造影剂予以 5ml 生理盐水溶解后抽取 2.4ml 经耳缘静脉团注,连续观察 3~5min。根据 CEUS 判断不完全消融灶的位置、大小及血供,确定布针方式及进针的角度,制定再次 RFA 的方案;②二次 RFA 结束后即刻行 CEUS 检查,并连续采集 3~5min 的动态图像存储于硬盘内。根据超声造影的影像学表现判断是否彻底完全消融。(3)活体猪肝不完全消融灶进行多次 RFA:不完全消融灶模型建立后即刻在 CEUS 的指导下进行二次 RFA,

RFA 结束后即刻行 CEUS 判断消融灶是否完全消融。将 CEUS 判断射频消融灶的结果分为完全消融组和不完全消融组,将不完全消融组中的半数在 CEUS 的指导下进行补充射频消融直到 CEUS 判断完全消融。(4)大体标本与组织切片病理学观察:实验结束后将猪处死,切取射频消融灶所在肝叶,大体标本用 10% 甲醛液固定,大体标本以间隔 0.4cm 切取组织进行蜡块包填及 HE 染色,最后行组织病理学观察。

3. 统计学方法:运用 SPSS 17.0 统计学软件进行数据统计分析,CEUS 的判断效果运用正确率、敏感度、特异性、阳性预测值、阴性预测值、漏诊率、误诊率等指标,消融灶的彻底性采用 McNemar 差异性检验法,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

CEUS 判断是否完全消融的标准为完全消融灶在各期均表现为无增强,然而消融灶的内部或周边有动脉期的高增强,门脉期、延迟期呈低或无增强为不完全消融的表现(图 1)。本实验用 7 只活体猪肝建造不完全消融灶模型 31 个并在 CEUS 的指导下行二次 RFA,RFA 术后实时 CEUS 判断有 10 个不完全消融灶,其中与病理检查相一致的有 7 个在消融灶内发现有正常肝细胞残留(图 2 中 A、B),而另外 3 个则未发现。另外有 21 个完全消融灶,其中有 19 个与病理检查结果相同在消融灶内未见正常肝细胞

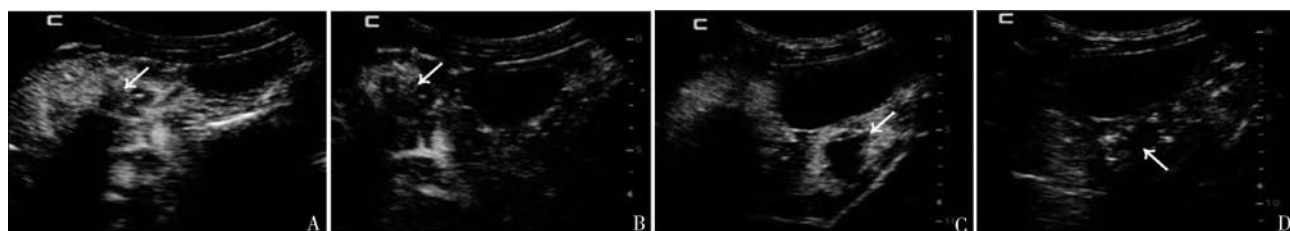


图 1 射频消融灶行 CEUS 检查的影像表现

A. 在动脉期不完全消融灶内部有团状的强回声影,如箭头所示;B. 在门脉期不完全消融灶内仍有结节状强回声影,如箭头所示;
C. 在动脉期完全消融灶内无增强影,如箭头所示;D. 在门脉期完全消融灶内依然无增强影,如箭头所示

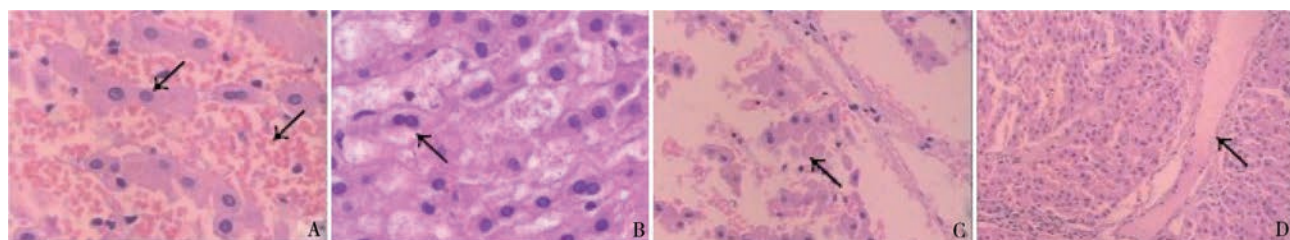


图 2 射频消融灶行病理检查的表现

A. 不完全消融灶内肝细胞固缩及肝窦充血扩张(HE, ×200,如箭头所示);B. 不完全消融灶内水肿肝细胞(HE, ×400,如箭头所示);
C. 完全消融灶内坏死的肝细胞在(HE, ×200,如箭头所示);D. 消融灶周边的反应性充血带(HE, ×100,如箭头所示)

(图 2C),而另外 2 个则发现有残留的正常肝细胞。实时 CEUS 判断消融灶残留的准确率为 83.9%,敏感度为 77.8%,特异性为 86.3%,阳性预测值为 70%,阴性预测值为 90.5%,漏诊率为 22.2%,误诊率 13.6%,CEUS 与组织切片病理检查判断消融灶是否完全消融的结果相一致,McNemar 检验 $P>0.05$,差异无统计学意义(表 1)。

表 1 超声造影与大体标本判断消融灶是否彻底完全消融的比较(n)

超声造影	病理检查		
	残留	无残留	合计
残留	7	3	10
无残留	2	19	21
合计	9	22	3

多次射频消融实验组中的 3 只活体猪肝建造不完全消融灶模型 13 个,其中二次 RFA 术后实时 CEUS 检查示 7 个完全消融灶,6 个不完全消融灶,其中 3 个不完全消融灶在实时 CEUS 指导下进行补充 RFA 直到实时 CEUS 评估为完全消融,其中 2 个消融灶进行 1 次补充 RFA,1 个消融灶进行了 2 次补充 RFA。

二次 RFA 的 31 个消融灶病理检查示有 9 个不完全消融灶,22 个完全消融灶,实时超声造影指导二次 RFA 的完全消融率为 71%,不完全消融率为 29%。多次射频消融实验组中,实时 CEUS 评估的 7 个二次完全消融灶的病理检查结果为无残留,而 3 个二次不完全消融灶的病理检查结果为有残留灶,另外 3 个二次不完全消融灶在实时 CEUS 指导下补充 RFA 直到 CEUS 评估完全消融的病理检查结果为完全消融。

讨 论

RFA 由于具有创伤小、可重复性强等优点已成为肝癌的一线治疗方法^[10,11]。但射频消融术后肿瘤的残留和复发,仍是影响其疗效的主要因素^[12]。日本研究者对 1000 例肝癌患者 RFA 术后随访发现 1、3、5 年生存率分别为 94.7%、77.7%、54.3%^[13]。国内学者对 446 例肝癌 RFA 治疗远期疗效观察显示 1、3、5 年生存率分别为 85.3%、61.3%、47.0%^[14]。因此为了提高肝癌 RFA 治疗的根治性,达到与手术效果相近的水平,提升消融的完全性是保证疗效的主要因素。RFA 的指导方法有常规超声、CT、MRI 等,常规超声因其能实时、简便、动态的显示射频消融的

过程而成为 RFA 首选的指导方法^[15]。然而 RFA 术后残留灶与坏死灶的回声相似,使得常规超声不能准确的评估消融灶是否完全消融,因此常规超声对及时指导补充射频消融的价值也是相当有限^[16]。

本实验在活体猪肝不完全消融灶建模成功后,根据实时 CEUS 判断不完全消融灶的位置、体积及血供,制定布针方式及进针的角度。在 31 个射频消融灶中病理检查示有 22 个完全消融,9 个不完全消融,CEUS 指导的二次 RFA 完全消融率为 71%,不完全消融率为 29%。其中仍有部分消融灶未完全消融,考虑可能由以下几点原因引起:①由于二次 RFA 使局部组织碳化严重,加上 RFA 时产生空气及空化效应造成阻抗增加,限制电流的流动扩展,使局部未能完全消融;②有些不完全消融灶模型靠近肝内的大血管,可能与大血管内流动的血液快速从组织内带走热量,使局部组织 RFA 时温度降低而未完全消融;③穿刺经验不足,可能使得穿刺针未能达到满意位置。因此在 RFA 术后行补充消融时,在实时 CEUS 的指导下加上熟练的穿刺技术可准确的指导补充 RFA。

CEUS 技术是在血管内注入超声微泡造影剂,通过微泡产生的大量二次谐波信号成像,显示消融灶的微循环灌注,从而达到功能性成像^[17]。而且具有实时、安全、无辐射的特点^[18,19]。同时 Sonovue 超声造影剂能安全、稳定地停留在血管中,不会弥散到组织间隙,是理想的微血管灌注评估示踪剂^[20]。因此 CEUS 能很好的弥补了常规超声的不足,为 RFA 提供更加可靠的信息,并对指导 RFA、判断病灶的消融程度及 RFA 术后疗效的评估具有高度敏感度和特异性^[21]。CEUS 判断消融灶是否完全消融,均以消融灶是否有增强即超声造影剂是否进入消融灶作为判断标准,其病理基础是消融灶内发生凝固性坏死,无血液供应造影剂无法进入消融灶内。因此 CEUS 主要是通过观察消融灶内部和周边的血液灌注情况来评估 RFA 的疗效。

本实验在二次 RFA 产生的 31 个消融灶中实时 CEUS 判断的 3 个不完全消融灶和 2 个完全消融灶与组织病理检查结果不一致。其中 2 个完全消融灶的漏诊,可能是由于以下几点引起:①超声检查师的经验不足;②超声造影动脉期的时间较短,使得对消融灶扫描的不彻底;③消融灶位置较高受到呼吸的干扰;④小残留灶位置较深且紧临碳化组织的边缘。另外 3 个误诊的不完全消融灶表现为消融灶边缘的环状均匀细薄状的高回声带,而行病理检查时则未发现

残留的正常肝细胞而为反应性充血带(图 2D)。因此增加超声医师对消融灶边缘充血带的动脉期高回声增强影的认识可减少诊断时的误诊。CEUS 对二次 RFA 术后残留灶的判断准确率为 83.9%, 敏感性为 77.8%, 特异性为 86.4%, 阳性预测值为 70%, 阴性预测值为 90.5%。同时实时 CEUS 判断二次射频消融灶的结果与病理检查结果用 McNemar 差异性检验 $P > 0.05$ 差异无统计学意义。因此实时 CEUS 能为活体猪肝二次 RFA 的评估提供可靠的影像学依据。在多次射频消融实验组中共产生 13 个消融灶, 其中二次 RFA 术后实时 CEUS 评估有 7 个为完全消融灶, 经病理检查证实也为完全消融, 6 个为不完全消融, 其中 3 个不完全消融灶直接病理检查消融灶内发现有正常肝细胞残留, 而另外 3 个不完全消融灶在实时 CEUS 指导下继续行补充 RFA, 直到实时 CEUS 评估为完全消融为止, 经病理检查也证实为完全消融。

综上所述, 为了提高肝癌患者的生存率及生活质量, 探索各种综合治疗, 不断提高治疗的效果一直是重要的研究内容。相比于手术治疗射频消融具有更加的安全、适用范围更广, 并发症少等优点, 因此在不远的将来 RFA 会面临着更加广泛的临床应用^[22]。本实验将实时 CEUS 运用于活体猪肝多次射频消融中, 证实了实时超声造影可以正确的指导活体猪肝多次射频消融的布针方式及进针的路径, 还能为活体猪肝多次 RFA 术后的疗效提供可靠的影像学依据。然而实时 CEUS 在临床上的有效性及实用性有待于临床研究进一步证实。

参考文献

- 李倩杜, 佳关鹏, 杜君, 等. 中国 2008 年肝癌发病、死亡和患病情况的估计与预测[J]. 中华流行病学杂志, 2012, 6(22): 554 - 557
- 陈孝平, 朱鹏. 以手术治疗为主的肝癌个体化综合治疗[J]. 中国实用外科杂志, 2016, 36(6): 596 - 602
- 陈敏华. 肝癌射频消融——基础与临床[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009
- 王磊, 徐庆祥, 丁义涛. 术前肝脏功能评估在肝脏手术方案设计中的应用价值[J]. 东南大学学报: 医学版, 2013, 32(6): 776 - 780
- Tandon M, Pandey CK. Myocardial oxidative stress protection with sevoflurane versus propofol[J]. Eur J Anaesthesiol, 2012, 29(6): 296 - 297
- Ohmoto K, Yoshioka N, Tomiyama Y, et al. Comparison of Therapeutic effects between radiofrequency ablation and percutaneous microwave coagulation therapy for small hepatocellular carcinomas[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2009, 24(2): 223 - 227
- Hsu CY, Huang YH, Chiou YY, et al. Comparison of radiofrequency ablation and transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma within the Milan criteria: a propensity score analysis[J]. Liver Transpl, 2011, 17(5): 556 - 566
- 刘文英, 严昆, 尹珊珊, 等. 超声造影、二维超声及增强 CT 检出肝转移癌的价值比较[J]. 中华超声影像学杂志, 2012, 21(5): 401 - 404
- Meloni MF, Andreano A, Franza E, et al. Contrast enhanced ultrasound: should it play a role in immediate evaluation of liver tumors following thermal ablation? [J]. Eur J Radiol, 2012, 81(8): 897 - 902
- Feng K, Ma KS. Value of radiofrequency ablation in the treatment of hepatocellular carcinoma [J]. World J Gastroenterol, 2014, 20(20): 5987 - 5998
- Feng K, Yan J, Li X, et al. A randomized controlled trial of radiofrequency ablation and surgical resection in the treatment of small hepatocellular carcinoma [J]. J Hepatol, 2012, 57(4): 794 - 802
- 陈敏山. 肝癌的射频消融治疗评价[J]. 中华普通外科杂志, 2011, 26(6): 449 - 451
- Tateishi R, Shiina S, Teratani T, et al. Percutaneous radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma: an analysis of 1000 cases[J]. Cancer, 2005, 103(6): 1201 - 1209
- 吴薇, 陈敏华, 付颖, 等. 446 例肝细胞癌射频消融治疗远期疗效[J]. 北京大学学报: 医学版, 2010, 42(6): 716 - 721
- 黎鹏, 梁惠宏, 陈敏山. 等. 4 种方法引导射频消融治疗肝癌 537 例报告[J]. 实用癌症杂志, 2007, 22(5): 495 - 498
- Meloni MF, Andreano A, Franza E, et al. Contrast enhanced ultrasound: should it play a role in immediate evaluation of liver tumors following thermal ablation? [J]. Eur J Radiol, 2012, 81(8): 897 - 902
- Claudon M, Dietrich CF, Choi BI, et al. Guidelines and good clinical practice recommendations for contrast enhanced ultrasound (CEUS) in the liver - update 2012: a WFUMB - EFSUMB initiative in cooperation with representatives of AFSUMB, AIUM, ASUM, FLAUS and ICUS [J]. Ultraschall Med, 2013, 34(1): 11 - 29
- Kim TK, Lee KH, Khalil IK, et al. Hepatocellular nodules in liver cirrhosis: contrast-enhanced ultrasound[J]. Abdom Imaging, 2011, 36(3): 244 - 263
- Wan CF, Du J, Fang H, et al. Enhancement patterns and parameters of breast cancers at contrast-enhanced US: correlation with prognostic factors[J]. Radiology, 2012, 262(2): 450 - 459
- Cosgrove D. Ultrasound contrast agents: An overview[J]. Eur J Radiol, 2006, 60(3): 324 - 330
- Meloni MF, Livraghi T, Filice C, et al. Radiofrequency ablation of liver tumors: the role of microbubble ultrasound contrast agents[J]. Ultrasound Quarterly, 2006, 22(1): 41 - 47
- 喻宗繁, 万圣云, 耿小平, 等. 射频消融治疗肝癌的疗效[J]. 安徽医学, 2014, 35(1): 44 - 47

(收稿日期: 2017-01-06)

(修回日期: 2017-01-23)