

超声造影评估肝脏肿瘤微波消融术后消融边界的应用进展

何 萍 李 杨 余进洪

摘 要 目前,微波消融已广泛应用于肝脏肿瘤的临床治疗,但消融未达到安全边界会造成治疗不彻底,易引起肿瘤复发,因此消融术后评估消融边界是临床治疗中不可或缺的环节。超声造影具有经济、实时、无辐射等优点,可作为评估消融边界的重要方法。本文就超声造影评估肝脏肿瘤微波消融术后消融边界的应用进展进行综述。

关键词 超声检查;造影剂;微波消融;消融边界;肝脏肿瘤

[中图法分类号]R445.1

[文献标识码]A

Application progress of contrast-enhanced ultrasound in evaluating the microwave ablation margin of liver tumors

HE Ping, LI Yang, YU Jinhong

Department of Ultrasound, the Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Sichuan 637000, China

ABSTRACT Microwave ablation is widely used in the treatment of liver tumors, if ablation does not reach the safe margin, it will lead to incomplete treatment and tumor recurrence. Therefore, the evaluation of ablation margin after microwave ablation is indispensable in clinical treatment. Contrast-enhanced ultrasound has the advantages of economy, real-time, no radioactivity, which can be used as an important method to evaluate the ablation margin. This article reviews the application progress of contrast-enhanced ultrasound in evaluating the microwave ablation margin of liver tumors.

KEY WORDS Ultrasonography; Contrast agent; Microwave ablation; Ablation margin; Liver tumors

肝脏肿瘤分为良性和恶性两类,其中肝细胞癌(HCC)是最常见的原发性肝脏恶性肿瘤,血管瘤、局灶性结节增生等是常见的肝脏良性肿瘤^[1]。欧洲肝脏研究协会肝癌管理指南^[2]建议对单个肝癌结节或2~3个直径<3 cm肝癌结节且不适合切除或行肝移植术的患者进行热消融治疗。目前,微波消融已广泛应用于肝脏肿瘤的治疗^[3],研究^[4-5]发现微波消融术后大多数肝脏肿瘤转移的位置距离原发灶边界超过5 mm,肿瘤局部进展发生率为5.1%~20.7%,因此微波消融治疗时有必要建立一个延伸至肿瘤边界之外的消融范围,且该范围应无残余肿瘤,所有方向病变边界至消融区边界的距离至少为5~10 mm,临床称其为消融安全边界^[6]。目前临床可以通过CT或MRI观察消融前后病灶图像来评估消融边界,但由于呼吸动度、消融后组织变

形及炎症反应带的影响,导致病灶消融前后的图像无法完全适配,影像学表现与病理结果之间往往存在差异,无法准确评估消融边界^[7-8]。超声造影能够实时显示病灶影像及血流灌注情况,无放射性,可重复性佳,微泡造影剂可以安全地用于肾功能不全患者,故超声造影可以在微波消融术后实时、准确地评估消融边界^[9]。本文就超声造影评估肝脏肿瘤微波消融术后消融边界的应用进展进行综述。

一、常规超声造影评估微波消融术后消融边界

微波消融可以使肿瘤及周围正常肝组织和细胞发生变性和凝固坏死,治疗区域肝脏肿瘤及周围肝实质的微循环被破坏,造影剂不能进入被破坏的区域,声像图上呈灌注缺失状态,常规超声造影表现为肝脏消融灶各时相均呈无增强低回声^[10]。

基金项目:医学影像四川省重点实验室开放课题(MIKLSP2021010);川北医学院附属医院第一批临床研究课题(2021LC004)

作者单位:637000 四川省南充市,川北医学院附属医院超声科(何萍、余进洪),放射科(李杨)

通讯作者:余进洪,Email:3255417708@qq.com

由于微波消融时产生的气泡会模糊消融实际边缘,故常规超声造影评估消融边界存在一定困难。有学者^[9,11]提出待消融过程中产生的气体消散,于消融结束后5~10 min应用常规超声造影评估消融边界,从而获得准确的超声造影评估结果。此外,消融后边界会立即形成环形炎症反应带,临床医师易将其误认为残余肿瘤,常规超声造影时环形炎症反应带呈薄而均匀的环形强化,而残余肿瘤呈局灶性强化^[11-12],临床工作中需要进行仔细鉴别,避免误诊。何俊仙^[13]选取98例HCC患者为研究对象,观察组49例(63个病灶)于常规超声造影引导下微波消融治疗,病灶完全消融率为95.24%(60/63);对照组49例(73个病灶)于常规超声引导下微波消融治疗,病灶完全消融率为76.71%(56/73),明显低于观察组,差异有统计学意义($P<0.05$),表明常规超声造影引导下微波消融术能够提高病灶完全消融率。此外,有文献^[8,14]报道微波消融术后行常规超声造影对发现腹膜内出血、肝梗死、肝内血肿、胆道出血等并发症具有一定价值。

二、超声造影融合成像评估微波消融术后消融边界

融合成像技术允许不同成像模式的信息集成,利用各种成像模式的优点进行综合评估,消除或最小化每种模式的缺点^[15],有助于术中评估消融边界、发现残余肿瘤并进行补充消融^[16]。超声造影融合其他影像学技术可以提高评估消融边界的准确性,受到越来越多超声医师的青睐。Ju等^[17]使用超声造影-CT/MR融合成像成功融合并评估126个HCC病灶,其中14.3%(18/126)的病灶因在消融过程中未达到消融安全边界进行了补充消融,另外使用超声造影-常规超声成功融合并评估120个HCC病灶,其中4.2%(5/120)的病灶因在消融过程中未达到消融安全边界进行了补充消融,表明超声造影融合其他影像学技术可以更好地评估消融边界。Li等^[18]应用超声造影-CT/MR图像融合评估126个HCC病灶热消融治疗后的情况,发现12个病灶未达到消融安全边界,进一步行补充消融,提示超声造影-CT/MR图像融合可以准确评估消融边界。Xu等^[19]对115例患者共157个病灶进行消融治疗,然后应用超声造影-CT/MRI和超声造影-常规超声两种融合成像方式评估消融边界,87.9%(138/157)的病灶通过至少一种融合成像方式进行评估,12.1%(19/157)的病灶融合成功而评估未成功,故仅使用超声造影进行评估,结果显示39个病灶因未获得足够的消融区域而进行了补充消融,最终157个病灶均完全消融,表明超声造影-CT/MRI和超声造影-常规超声融合成像可以在消融术后准确评估肝脏热消融治疗后消融边界,指导临床制定治疗方案。

三、三维超声造影融合成像评估微波消融术后消融边界

三维超声造影可在较短时间内连续采集目标区域的三维数据,重建组织的三维血流灌注图像,能够动态、立体、全方位观察和分析消融区域,提供完整的病灶三维灌注信息,能更直观、精确地观察消融区体积,描绘消融区形状,有助于评估消融边界和计算凝固性坏死病灶的体积,对指导临床消融具有重要的意义^[20-21]。Wang等^[22]应用动态三维超声造影与增强CT于

消融术后1个月对75例肝癌患者(89个病灶)进行对比研究,结果显示80.9%(72/89)的病灶增强CT评估为完全消融,19.1%(17/89)的病灶为不完全消融;82.0%(73/89)的病灶三维超声造影评估为完全消融,18.0%(16/89)的病灶为不完全消融,表明动态三维超声造影与增强CT在评估肝癌消融疗效方面效果相当,其以动态、无辐射、可重复性等优点有望在肝癌消融后疗效评估中替代增强CT。Ding等^[23]对24例肝癌患者(24个病灶)行微波消融治疗,其中23个病灶术前和术后三维超声造影图像成功融合,对其消融疗效进行评估发现9个病灶完全消融达到消融安全边界,14个病灶距消融边界<5 mm,表明三维超声造影融合成像是评估微波消融术后消融边界的一种可行且准确的技术。目前对于三维超声造影融合成像的报道尚少,今后有待进一步探讨。

四、超声造影评估微波消融术后消融边界的局限性

虽然超声造影对于肝脏肿瘤微波消融术前诊断、术中引导、术后评估具有很大优势,但也存在局限性:①由于超声波穿透有限,对脂肪肝患者而言,难以评估距体表较深的病灶;②肝硬化患者肝脏体积减小,实质回声增多、增粗、不均匀,导致超声造影评估消融边界的准确性欠佳;③对于病灶位置深、位于肝穹窿上方或体位受限的患者,超声造影无法准确评估消融边界^[9];④呼吸运动、患者活动受限和肠道气体干扰、伪影、操作者经验水平的不同均可能导致超声造影对消融边界的评估结果存在误差^[11,24];⑤相较于CT和MRI,超声造影无法同时评估肝脏不同节段的多个病变^[14]。

五、总结与展望

超声造影以其独特的优势已广泛应用于肝脏肿瘤微波消融术后消融边界的评估,检查时建议结合患者的临床病史、其他成像方法和实验室检查结果进行综合判断。此外,超声分子成像可以将超声诊断的应用由血管内拓展到血管外,更好地显示消融边界,提高评估消融边界的敏感性和特异性^[25]。基于人工智能的超声造影也逐步应用于临床工作中,其准确率高于医师,可减少观察者间的异质性,提高超声造影诊断的准确性^[26]。总之,超声造影在评估肝脏肿瘤微波消融术后消融边界的应用中具有巨大的潜力。

参考文献

- [1] Marrero JA, Ahn J, Rajender RK. ACG clinical guideline: the diagnosis and management of focal liver lesions [J]. *Am J Gastroenterol*, 2014, 109(9): 1328-1348.
- [2] Galle PR, Forner A, Llovet JM, et al. EASL Clinical Practice Guidelines: management of hepatocellular carcinoma [J]. *J Hepatol*, 2018, 69(1): 182-236.
- [3] Huang H, Zhang L, Moser M, et al. A review of antenna designs for percutaneous microwave ablation [J]. *Phys Med*, 2021, 84(4): 254-264.
- [4] An C, Jiang Y, Huang Z, et al. Assessment of ablative margin after microwave ablation for hepatocellular carcinoma using deep

- learning-based deformable image registration[J].*Front Oncol*, 2020, 24(9):573316.
- [5] Yu J, Liang P, Yu XL, et al. Local tumour progression after ultrasound-guided microwave ablation of liver malignancies: risk factors analysis of 2529 tumours[J].*Eur Radiol*, 2015, 25(4): 1119-1126.
- [6] Laimer G, Schullian P, Jaschke N, et al. Minimal ablative margin (MAM) assessment with image fusion: an independent predictor for local tumor progression in hepatocellular carcinoma after stereotactic radiofrequency ablation[J].*Eur Radiol*, 2020, 30(5):2463-2472.
- [7] Habibollahi P, Sheth RA, Cressman ENK. Histological correlation for radiofrequency and microwave ablation in the local control of hepatocellular carcinoma (HCC) before liver transplantation: a comprehensive review[J].*Cancers*, 2021, 13(1):104.
- [8] Liu D, Brace CL. Evaluation of tissue deformation during radiofrequency and microwave ablation procedures: influence of output energy delivery[J].*Med Phys*, 2019, 46(9):4127-4134.
- [9] Bansal S, Gui J, Merrill C, et al. Contrast-enhanced US in local ablative therapy and secondary surveillance for hepatocellular carcinoma[J].*Radiographics*, 2019, 39(5):1302-1322.
- [10] 严昆. 肝癌消融后超声及超声造影评价疗效[J]. *中华医学杂志*, 2015, 95(27):2154-2156.
- [11] Dietrich CF, Nolsøe CP, Barr RG, et al. Guidelines and Good Clinical Practice Recommendations for Contrast Enhanced Ultrasound (CEUS) in the Liver - Update 2020 - WFUMB in Cooperation with EFSUMB, AFSUMB, AIUM, and FLAUS[J].*Ultraschall Med*, 2020, 41(5):562-585.
- [12] Yi H, Cai B, Ai X, et al. Early identification of residual tumors following microwave ablation using contrast-enhanced ultrasonography in a rabbit VX2 liver cancer model[J].*Biomed Res Int*, 2020, 2020(1):2462058.
- [13] 何俊仙. 超声造影在肝癌微波消融治疗中的应用价值分析[J]. *临床医学研究与实践*, 2017, 2(3):129-130.
- [14] Meloni MF, Francica G, Chiang J, et al. Use of contrast-enhanced ultrasound in ablation therapy of HCC: planning, guiding, and assessing treatment response[J].*J Ultrasound Med*, 2021, 40(5): 879-894.
- [15] Carriero S, Della PG, Monfardini L, et al. Role of fusion imaging in image-guided thermal ablations[J].*Diagnostics (Basel)*, 2021, 11(3):549.
- [16] Huang Q, Zeng Q, Long Y, et al. Fusion imaging techniques and contrast-enhanced ultrasound for thermal ablation of hepatocellular carcinoma—a prospective randomized controlled trial[J].*Int J Hyperthermia*, 2019, 36(1):1207-1215.
- [17] Ju JX, Zeng QJ, Xu EJ, et al. Intraprocedural contrast-enhanced ultrasound-CT/MR fusion imaging assessment in HCC thermal ablation to reduce local tumor progression: compared with routine contrast-enhanced ultrasound[J].*Int J Hyperthermia*, 2019, 36(1): 785-793.
- [18] Li K, Su ZZ, Xu EJ, et al. Improvement of ablative margins by the intraoperative use of CEUS-CT/MR image fusion in hepatocellular carcinoma[J].*BMC Cancer*, 2016, 16(4):277.
- [19] Xu E, Long Y, Li K, et al. Comparison of CT/MRI-CEUS and US-CEUS fusion imaging techniques in the assessment of the thermal ablation of liver tumors[J].*Int J Hyperthermia*, 2019, 35(1): 159-167.
- [20] 陈露阳, 廖锦堂, 齐文君, 等. 动态三维超声造影评价肝癌射频消融术疗效的价值[J]. *中华医学超声杂志(电子版)*, 2017, 14(3): 193-199.
- [21] Bartolotta TV, Taibbi A, Matranga D, et al. 3D versus 2D contrast-enhanced sonography in the evaluation of therapeutic response of hepatocellular carcinoma after locoregional therapies: preliminary findings[J].*Radiol Med*, 2015, 120(8):695-704.
- [22] Wang Y, Jing X, Ding J. Clinical value of dynamic 3-dimensional contrast-enhanced ultrasound imaging for the assessment of hepatocellular carcinoma ablation[J].*Clin Imaging*, 2016, 40(3): 402-406.
- [23] Ding J, Wang D, Zhou Y, et al. A novel mono-modality fusion imaging method based on three-dimensional contrast-enhanced ultrasound for the evaluation of ablation margins after microwave ablation of hepatocellular carcinoma[J].*J Gastrointest Oncol*, 2021, 12(1):184-195.
- [24] Huang DY, Yusuf GT, Daneshi M, et al. Contrast-enhanced US-guided Interventions: improving success rate and avoiding complications using US contrast agents[J].*Radiographics*, 2017, 37(2):652-664.
- [25] Baier J, Rix A, Kiessling F. Molecular ultrasound imaging[J]. *Recent Results Cancer Res*, 2020, 216(1):509-531.
- [26] Hu HT, Wang W, Chen LD, et al. Artificial intelligence assists identifying malignant versus benign liver lesions using contrast-enhanced ultrasound[J].*J Gastroenterol Hepatol*, 2021, 36(10): 2875-2883.

(收稿日期:2022-03-21)