

- independence in patients with acute ischemic stroke: the DEVT randomized clinical trial[J]. JAMA, 2021, 325: 234-243.
- [12] Wang Y, Wu X, Zhu C, et al. Bridging thrombolysis achieved better outcomes than direct thrombectomy after large vessel occlusion: an updated meta-analysis[J]. Stroke, 2021, 52: 356-365.
- [13] Mistry EA, Mistry AM, Nakawah MO, et al. Mechanical thrombectomy outcomes with and without intravenous thrombolysis in stroke patients: a meta-analysis[J]. Stroke, 2017, 48: 2450-2456.
- [14] Tsvigoulis G, Katsanos AH, Mavridis D, et al. Endovascular thrombectomy with or without systemic thrombolysis? [J]. Ther Adv Neurol Disord, 2017, 10: 151-160.
- [15] Wahlgren N, Ahmed N, Davalos A, et al. Thrombolysis with alteplase for acute ischaemic stroke in the safe implementation of thrombolysis in stroke-monitoring study (SITS-MOST): an observational study[J]. Lancet, 2007, 369: 275-282.
- [16] Abdul-Rahim AH, Fulton RL, Sucharew H, et al. National institutes of health stroke scale item profiles as predictor of patient outcome: external validation on Independent trial data[J]. Stroke, 2015, 46: 395-400.
- [17] Tan BY, Wan-Yee K, Paliwal P, et al. Good intracranial collaterals trump poor ASPECTS (Alberta stroke program early CT score) for intravenous thrombolysis in anterior circulation acute ischemic stroke[J]. Stroke, 2016, 47: 2292-2298.
- [18] Jahan R, Saver JL, Schwamm LH, et al. Association between time to treatment with endovascular reperfusion therapy and outcomes in patients with acute ischemic stroke treated in clinical practice[J]. JAMA, 2019, 322: 252-263.
- [19] Kodankandath TV, Wright P, Power PM, et al. Improving transfer times for acute ischemic stroke patients to a comprehensive stroke center[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2017, 26: 192-195.
- [20] 陆小小, 许磊, 苏浩波, 等. 急性缺血性脑卒中桥接治疗临床效果及预后影响因素探讨[J]. 介入放射学杂志, 2021, 30: 595-599.
- (收稿日期: 2021-05-08)
(本文编辑: 边 佑)

• 临床研究 Clinical research •

CT 引导下人工腹水结合三维可视化系统辅助射频消融治疗难消融复发性肝癌

黄职妹, 宁额尔敦巴格, 李 慧, 马 榕, 林青雨, 郑舒淇, 黄金华

【摘要】 目的 评价 CT 引导下人工腹水结合三维可视化系统(3DVAPS)辅助射频消融治疗难消融的复发性肝癌的临床疗效和安全性。**方法** 回顾性分析中山大学肿瘤防治中心 2015 年 3 月至 2020 年 12 月 177 例复发性肝细胞癌患者的 CT 引导下射频消融的资料, 其中 257 个病灶位于有挑战性的消融困难部位。肿瘤预后包括消融相关并发症、人工腹水技术成功率、完全消融技术成功率。**结果** 177 例患者的腹腔注入 0.9% 氯化钠溶液 100~3 000 mL, 平均 853.71 mL, 其中 169 例(95.48%)成功诱导人工腹水。术后复查腹部 CT 可见腹腔注水全部消失, 其中仅有 94 例(53.11%)术中出现轻微并发症, 均未出现严重并发症。术后 162 例患者消融边缘充分, 增强扫描示消融区无强化。CT 引导下人工腹水结合 3DVAPS 辅助射频消融手术的完全消融技术成功率为 91.53%(162/177)。**结论** CT 引导下人工腹水结合 3DVAPS 辅助射频消融治疗难消融复发性肝癌是一种安全、有效的治疗方法。

【关键词】 肝癌; 射频消融; 困难部位; 人工腹水; 三维可视化系统; 技术成功率

中图分类号: R735.7 文献标志码: B 文章编号: 1008-794X(2022)-04-0387-07

CT-guided artificial ascites combined with three-dimensional visualization system-assisted radiofrequency ablation for refractory recurrent hepatocellular carcinoma HUANG Zhimei, NING Eerdunbaga, LI Hui, MA Rong, LIN Qingyu, ZHENG Shuqi, HUANG Jinhua. Department of Minimally-Invasive Intervention, Sun Yat-sen University Cancer Center, Guangzhou, Guangdong Province 510060, China

Corresponding author: HUANG Jinhua, E-mail: huangjh@sysucc.org.cn

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2022.04.014

作者单位: 510060 广州 中山大学肿瘤防治中心微创介入科(黄职妹、李 慧、黄金华); 海南省海口市人民医院消化内科(宁额尔敦巴格); 中山大学中山医学院临床医学五年制 17 级 14 班(马 榕、林青雨); 中山大学医学院临床医学五年制 18 级 9 班(郑舒淇)

通信作者: 黄金华 E-mail: huangjh@sysucc.org.cn

【Abstract】 Objective To evaluate the clinical efficacy and safety of CT-guided artificial ascites combined with three-dimensional visualization system-assisted(3DVAPS-assisted) radiofrequency ablation(RFA) in the treatment of refractory recurrent hepatocellular carcinoma(HCC). **Methods** The clinical data of a total of 177 patients with recurrent HCC, who received CT-guided RFA at the Sun Yat-sen University Cancer Center of China between March 2015 and December 2020, were retrospectively analyzed. A total of 257 lesions were located at certain special sites which were difficult for RFA manipulation. The RFA-related complications, the success rate of artificial ascites technique, and the success rate of complete ablation technique were documented. **Results** Peritoneal cavity injection of normal saline 100-3 000 ml(mean of 853.71ml) was performed in all 177 patients, and artificial ascites was successfully produced in 169 patients(95.48%). Postoperative abdominal CT scan showed that all the injected solution in peritoneal cavity completely vanished away. Mild complication was observed only in 94 patients(53.11%) and no serious complications occurred. In 162 patients, the ablated extent was sufficient and no enhancement area was demonstrated on postoperative contrast-enhanced CT scan. The technical success rate of CT-guided artificial ascites combined with 3DVAPS-assisted RFA was 91.53%(162/177). **Conclusion** For refractory recurrent HCC, CT-guided artificial ascites combined with 3DVAPS-assisted RFA is a safe and effective therapy. (J Intervent Radiol, 2022, 31: 387-393)

【Key words】 hepatocellular carcinoma; radiofrequency ablation; difficult site; artificial ascites; three-dimensional visualization system; technical success rate

肝细胞癌(hepatocellular carcinoma,HCC)是世界上第六大常见癌症,也是第三大癌症死亡原因^[1]。早期肝癌的成功治疗依赖于肝移植、外科切除或局部消融(包括射频消融)等方法,且治疗后5年复发率仍然高达70%^[2-4]。CT引导下肝肿瘤射频消融(CT-RFA)具有微创、可重复、并发症少等优点^[5-6]。近年来,RFA已成为早期或复发性肝癌常见的治疗方法之一^[7-10]。然而,毗邻重要器官的肝癌是一个难以消融的部位,难以形成安全的消融边缘^[11-12]。复发性肝癌的困难消融部位包括毗邻膈肌或胃肠道、结肠、胆管或胆囊等^[13]。这些部位不仅会导致完全消融的困难,还会增加邻近器官的热损伤风险,如胃肠道、胆囊及间隔穿孔。因此,这些特殊部位肝癌的热消融适应证仍存在争议。

对于难以消融的复发肝癌,其他疗效不稳定或有辐射的治疗方法如经皮乙醇注射、放射性粒子植入等,患者的接受程度较差^[14],因此,通常使用人工腹水、人工胸腔积液和鼻胆管引流降温,通过保护邻近重要器官免受热损伤来解决这些问题^[15-19]。以往人工腹水技术通常采用超声引导^[20],关于CT引导下的人工腹水技术联合三维可视化消融计划系统(3DVAPS)辅助消融挑战部位的肝癌消融的研究较少。了解肿瘤与周围组织之间的空间关系,特别是对于难以消融部位的肝癌的热消融,是非常重要的。合理的消融针排列和达到安全的消融边缘对患者的预后很重要。三维可视化消融计划系统

(3DVAPS)是基于二维图像(CT或MRI)的分割和重建^[21-22]。

本研究探讨了在CT引导下人工腹水和三维可视化系统辅助下,消融位于困难部位的复发性肝癌的可行性和有效性。

1 材料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析中山大学肿瘤防治中心2015年3月至2020年12月177例肝癌患者共257个病灶的CT-RFA电子病历。患者中,女性43例,男性134例,平均年龄55.1岁。诊断根据欧洲肝脏研究协会和美国肝病研究协会制定的标准。纳入标准:①1~3个肿瘤(最大直径≤5 cm);②有足够的增强扫描(CT或MRI)数据;③无肝外转移或血管侵犯;④肝切除、肝移植、肝消融后复发。排除影像学资料缺失、有严重心肺肾功能不全、严重凝血功能障碍(凝血酶原时间>25 s、凝血酶原活性<40%,血小板计数<50×10⁹/L)的患者。

收集患者年龄、性别、合并症、HBsAg、Child-Pugh(CTP)分级、最大肿瘤直径、肿瘤数目、肝功能等。其中病变处于难以消融部位的依据是病变与重要器官(胃、结肠、胆囊、心脏和/或膈肌等)的距离<0.5 cm。收集的治疗变量包括人工腹水技术成功率、消融技术成功率、消融技术有效率、肝功能状态、术后并发症、消融术后1~3个月内死亡例数及死亡

原因。

1.2 三维可视化与消融计划

将 RFA 前与复发性肝癌相关的一系列 CT 数据(层厚 1.0 mm)转换为 DICOM 格式,导入到 3DVAPS 中。图形用户界面显示实时仿真 CT 引导 RFA 和三维可视化规划,以及从横、冠状和矢状面规划路径。规划的肝脏靶块有 5 mm 无瘤边缘、血管和周围重要结构,于 2 min 内快速分割,并在三维可视化中立体显示。系统自动计算靶球体积和肿瘤与周围结构的定量距离。在三维模型中,根据肿瘤大小、位置、肿瘤与周围器官的关系,采用交互式人工模拟的方法进行穿刺路径规划。球形热场是在先前的实验研究与术前计划的基础上构建的。根据肿瘤大小,调整不同排列和消融球组合,遵循以下原则:肿瘤边界与重要结构之间的距离大于 5 mm 时,采用扩大消融,否则采用适形消融;尽量减少消融球的数目;尽量减少与靶肿瘤的插入次数。

1.3 人工腹水手术

选择出最佳路径后,在 CT 引导下将 18 号穿刺针(SDN-18-7.0;COOK,USA)插入病灶与胃、结肠、胆囊、心脏或膈肌之间的空隙,注入少量液体,将肠道与肝表面分离。然后将穿刺针插入更深的地方,重复这个过程,直到导管的尖端被放置在适当的位置。CT 图像显示穿刺针插入正确部位后,注入足量的 0.9%氯化钠溶液,直至病灶与邻近结构至少分离 0.5 cm。在消融的整个过程中通过穿刺针继续滴注 0.9%氯化钠溶液,人工腹水程序:将穿刺针插入腹腔间隙,连接输液管,用间接加压夹层充气袋,以 6~10 mL/min 注入 0.9%氯化钠溶液 500~1 000 mL,然后以 1~2 mL/min 的速率滴入 500 mL。

1.4 CT 引导下的射频消融术

CT 引导下的射频消融术使用 16 排多探头 CT (MDCT)扫描仪(Brilliance CT BigBore;Phillips Medical Systems,荷兰)引导,静脉注射瑞芬太尼(2~3 ng/mL 靶浓度)和局部注射 1%利多卡因 5~15 mL 镇痛。随后,使用内部冷却并且带有 2 cm 或 3 cm 的暴露金属尖端的单极射频针(17 G,15 cm)插入肿瘤。根据肿瘤的大小,设置射频能量在阻抗控制模式下传输 10~12 min。

1.5 疗效评价

人工腹水技术成功判定:病灶与邻近重要结构至少形成 0.5 cm 的隔离带。消融技术成功判定:消融治疗后即刻 CT 扫描,显示消融区域完全覆盖肿瘤,消融边缘充分,增强扫描示消融区无强化。消融

相关并发症根据介入放射学协会的结果分类系统进行分类。技术有效性:在 RFA 术后 1~3 个月进行的随访 MR 增强检查中,肿块的任何区域没有增强。部分因行支架术后可能存在伪影影响判断病灶活性、体内有钢钉钢板等金属植入物、无法长时间憋气配合磁共振检查时,则行 CT 增强检查,但术前术后均为 CT 检查。

1.6 随访

术后 3 个月内,至少行 1 次肝脏三期增强 CT 或 MRI。至 2021 年 3 月,术后 3 个月内随访率达 100%。随访内容包括常规体检、实验室检查(总胆红素、血清白蛋白、凝血酶原时间和肿瘤标志物)等。

2 结果

2.1 患者临床特征

177 例患者的临床特征见表 1。

2.2 人工腹水应用的技术可行性

患者腹腔注入 0.9%氯化钠溶液 100~3 000 mL,平均 853.71 mL,其中 169 例(95.48%)成功诱导人

表 1 177 例患者的临床特征

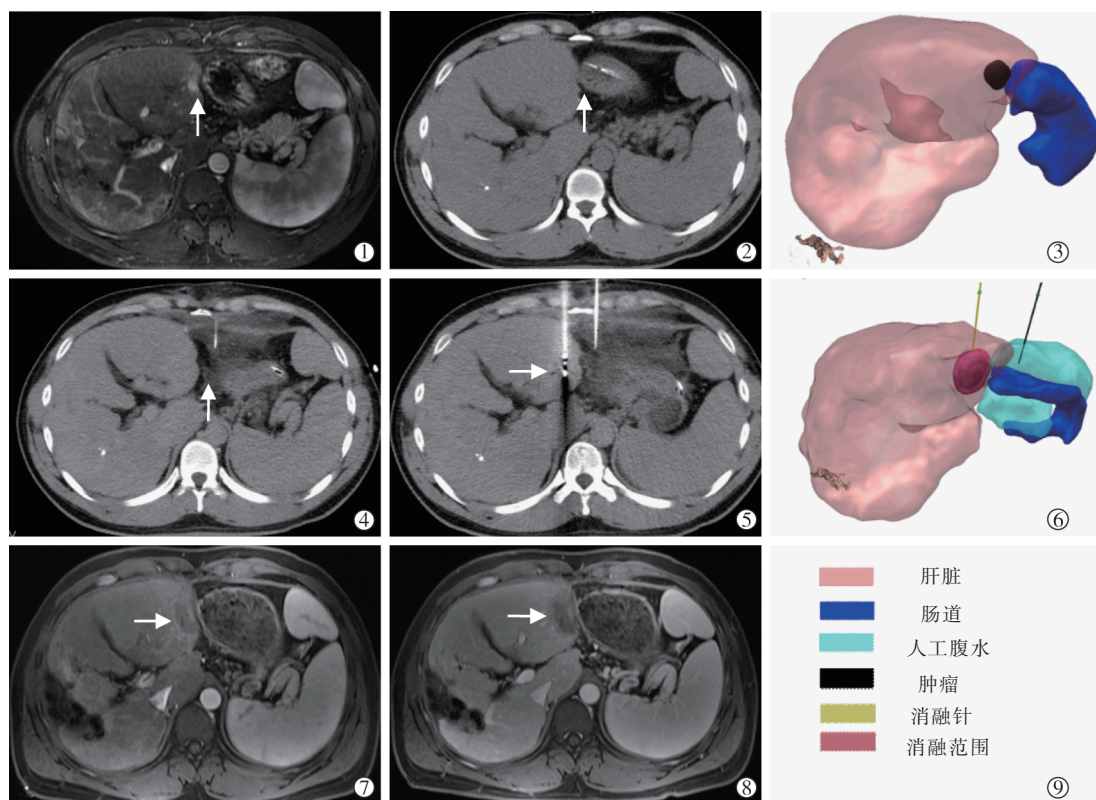
临床特征	例数(%)
年龄	
<65 岁	137(77.40)
≥65 岁	40(22.60)
性别	
男	134(75.71)
女	43(24.29)
肿瘤大小	
≤3 cm	74(41.81)
>3 cm	103(58.19)
肿瘤数目	
单发	126(71.19)
多发	51(28.81)
并发症	
有	94(53.11)
无	83(46.89)
肝硬化	
是	76(42.94)
否	101(57.06)
乙型肝炎	
是	118(66.67)
否	59(33.34)
肝功能分级	
A	174(98.31)
B	3(1.69)
甲胎蛋白	
>20 ng/mL	112(63.28)
≤20 ng/mL	65(36.72)
邻近部位	
胃肠	76(42.94)
心、膈肌	44(24.86)
肝包膜	21(11.86)
胆囊	24(13.56)

工腹水。在成功的病例中,用 0.9%氯化钠溶液诱发的人工腹水在肝包膜、胃肠道、心脏、膈肌,以及胆囊之间形成了一个腹水隔离带(图 1-3)。

2.3 短期治疗效果

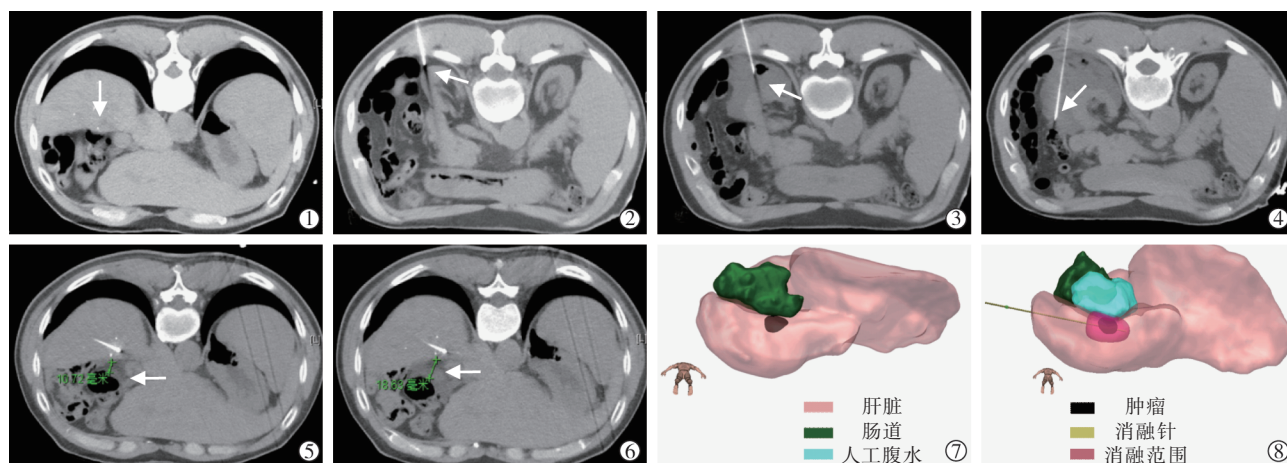
消融治疗后对 177 例患者即刻进行 CT 扫

描,其中 175 例患者的消融区域完全覆盖肿瘤,消融边缘充分,部分病例增强扫描示消融区无强化。手术前后肝功能检测结果显示,仅有少数患者术后发生肝功能异常。术后 1 个月复查 AFP,术前 92 例患者 $\text{AFP} \geq 7 \text{ ng/mL}$,术后 71 例(40.11%)



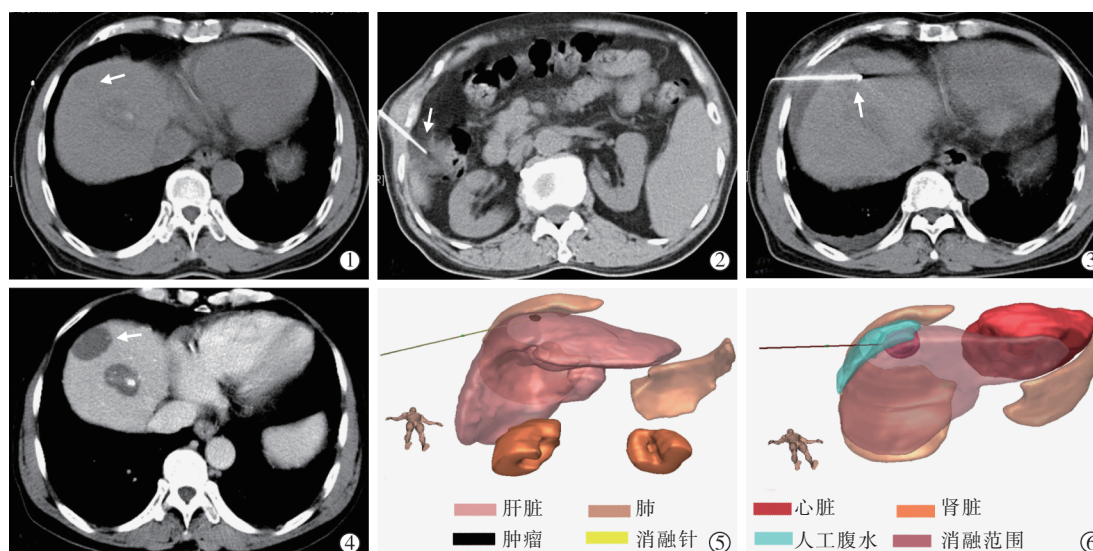
①箭头所示为病灶;②箭头所示为术前病灶与胃的间隙;③为三维显示术前病灶与胃的毗邻位置,术中腹腔人工腹水,病灶与胃分离满意;④箭头所示为人工腹水隔离带;⑤箭头所示为消融针位置;⑥为腹水分离后消融三维图;⑦对病灶施行根治性消融治疗;⑧术后 1 个月复查显示病灶完全消融;⑨为三维图注释

图 1 43 岁男性患者,肝癌术后 S3 复发,病灶邻近胃



①箭头为肝内活性病灶;②箭头显示注水前腹水穿刺针位置;③箭头显示注水后穿刺针位置;④箭头所示调针后的穿刺针,病灶与肠道分离满意;⑤⑥箭头所示注水过程中的腹水隔离带;⑦为病灶与毗邻肠道的三维显示图,术中在肾脏平面于腹膜后间隙注入人工腹水;⑧为腹水分离后消融三维图

图 2 55 岁男性患者,肝癌介入术后 S6 复发,病灶邻近肠道



①箭头所示为肝内活性病灶;②箭头所示为注水针位置,病灶与膈肌分离满意;③箭头所示为注水分离成功后消融针位置;④术后1个月复查显示病灶完全消融;⑤为拟消融进针的三维图,术中在肝右叶下缘找到间隙注入人工腹水;⑥为腹水分离后消融三维图,遂对病灶施行根治性射频消融

图3 57岁男性患者,肝癌介入术后S8复发,病灶邻近膈肌

患者APF呈下降趋势,余138例患者术后APF均无异常升高。

术后1个月复查CT或MR图像,人工腹水技术成功率为95.48%(169/177),完全消融成功率为91.53%(162/177)。随访期间无死亡患者,也未发现有肿瘤针道播散。

2.4 并发症

177例患者中有94例(53.11%)出现轻度并发症,其中腹部胀痛75例,胸腔积液56例,呕吐26例,血压一过性升高23例,皮下肿胀1例,肝包膜下出血1例,采取护肝、止血等对症治疗后并发症有所改善。未出现与消融相关的腹腔出血、肝脓肿及人工腹水转移至胸腔腔等的严重并发症,有6例术后出现胸腔积液。术后1~3个月的随访中无延迟出血或腹膜炎等人工腹水的潜在并发症。

3 讨论

RFA以其微创及良好的局部肿瘤控制率被认为是早期小肝癌的一线治疗方法,但由于不完全消融导致的肿瘤复发是影响患者生存的不良预后因素^[15,23-26]。而在一些高危部位(包括肝穹隆、包膜下区、胃肠道或胆囊等)进行肝细胞癌射频消融是一项挑战,因为消融范围受到了限制,为避免对周围器官造成损害,射频消融很难进行^[27-29]。除了采用腹腔镜辅助下消融外,在影像学引导下的消融过程中,通过各种辅助技术实现的将射频消融区与邻近

重要器官分离,以防止热损伤,创造消融路径并提高肿瘤消融范围,也是主要的辅助消融手段。例如,将人工液体引入腹膜或胸腔腔,或者在RFA区和邻近器官之间使用球囊导管插入等^[30-31]。国外有在射频消融治疗过程中应用水分离技术治疗不同位置肝癌的报道,注水量100~3 000 mL,成功率为88%~100%,均未出现与腹水操作有关的严重并发症^[13,32-34]。

本研究还应用了3DVAPS辅助射频消融治疗肝癌,以获得覆盖靶区的多个固定大小的消融球,更直观地观察肿瘤与周围重要器官的空间位置关系。三维可视化技术的应用使介入医生能够对三维图像进行各种操作,例如自由移动、缩放和旋转,以生成穿刺进针计划。该系统具有人工交互模拟插入次数、显示虚拟热场、计算靶点与周围重要结构之间的距离等特点,可提高复发小肝癌患者在有挑战性部位的消融成功率。

本研究中257个肿瘤病灶共接受了257次CT-RFA治疗。RFA后,177例患者中完全缓解162例,技术成功率为91.53%,人工腹水技术成功率为95.48%。Kondo等^[35]报道人工腹水联合射频消融治疗邻近胃结肠的肝癌,肿瘤坏死率达99%。本研究成功地将射频消融区与邻近器官(胃肠)分离,并证明在邻近胃结肠的肝癌患者中引入人工腹水进行射频消融是可行的,肝癌患者接受治疗后的生活质量更高。但有部分病例由于体型偏瘦,腹腔脂肪间隙少,很难

在病灶附近找到进针路径,此时可通过远隔部位进针注水,建立进针通道后再调整注水针进行病灶与重要脏器的分离。本研究中有 8 例患者的病灶未成功分离,主要原因考虑是术后肠道粘连,以及肝 S2 病灶邻近胃的部位,由于小网膜囊的存在,很难通过注入人工腹水来分离肝内病灶与胃肠道。人工腹水技术的失败,可导致病灶消融不完全,对其中 1 例完全消融的病例,主要采用了不接触肿瘤技术进行消融,加上病灶比较小,因此获得了完全消融。另外人工腹水成功分离重要脏器的 169 例患者中,有 8 例患者未获得完全消融。主要原因是:①消融过程中阻抗过高,达不到预期的消融范围;②病灶周边血管的热沉效应;③由于人工腹水的影响,肝脏及病灶被腹水推移,形态及位置发生了改变,消融针未达到精准布针的目的,偏离了消融目标。

本研究有以下局限性,一是样本量偏小,可能降低了比较分析的统计能力,一些相关性可能还没有被发现;二是属于单中心回顾性研究,因此,选择偏倚无法避免;三是仅通过放射学检查结果来评估消融的成功率。

本研究结果表明,多数患者,使用人工腹水和 3DVAPS,可以通过分离膈肌和胃肠道等重要脏器组织部位,来改善 RFA 的消融范围及疗效。CT 引导下经皮射频消融联合人工腹水和 3DVAPS 是治疗邻近膈肌或胃肠道的复发性肝癌安全有效的方法之一。三维成像为进针入路及消融范围的控制提供了更多的信息。因此,3DVAPS 联合人工腹水为 RFA 治疗具有挑战性的肝癌提供了一种科学、客观、可量化、精确的策略。

[参 考 文 献]

- [1] Wang H, Lu Z, Zhao X. Tumorigenesis, diagnosis, and therapeutic potential of exosomes in liver cancer[J]. J Hematol Oncol, 2019, 12: 133.
- [2] Eggert T, Greten TF. Current standard and future perspectives in non-surgical therapy for hepatocellular carcinoma[J]. Digestion, 2017, 96: 1-4.
- [3] 陈付文,郑春生,黄楠兵,等. 肝动脉化疗栓塞联合射频消融治疗大肝癌的临床观察[J]. 介入放射学杂志, 2015, 24:684-687.
- [4] Kim DW, Talati C, Kim R. Hepatocellular carcinoma (HCC): beyond sorafenib-chemotherapy[J]. J Gastrointest Oncol, 2017, 8:256-265.
- [5] Tan W, Deng Q, Lin S, et al. Comparison of microwave ablation and radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma: a systematic review and meta-analysis[J]. Int J Hyperthermia, 2019, 36: 264-272.
- [6] 刘会永,万象新,符孔,等. CT 引导下经皮微波消融术与腹腔镜手术治疗原发性肝癌的疗效比较[J]. 介入放射学杂志, 2019, 28:991-995.
- [7] Minami Y, Nishida N, Kudo M. Therapeutic response assessment of RFA for HCC: contrast-enhanced US, CT and MRI[J]. World J Gastroenterol, 2014, 20: 4160-4166.
- [8] Takai Takamatsu R, Okano A, Yamakawa G et al. Impact of an ultrasound-guided radiofrequency ablation training program on the outcomes in patients with hepatocellular carcinoma[J]. Diagn Interv Imaging, 2019, 100: 771-780.
- [9] Maeda M, Saeki I, Sakaida I, et al. Complications after radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma: a multicenter study involving 9,411 Japanese patients[J]. Liver Cancer, 2020, 9: 50-62.
- [10] 任炜,杨薇. 射频消融治疗复发性肝癌疗效及预后因素分析[J]. 介入放射学杂志, 2015, 24:923-927.
- [11] Orcutt ST, Anaya DA. Liver resection and surgical strategies for management of primary liver cancer[J]. Cancer Control, 2018, 25: 1073274817744621.
- [12] Lu DS, Raman SS, Limanond P, et al. Influence of large peritumoral vessels on outcome of radiofrequency ablation of liver tumors[J]. J Vasc Interv Radiol, 2003, 14: 1267-1274.
- [13] Wang Y, Zhang L, Li Y, et al. Computed tomography-guided percutaneous microwave ablation with artificial ascites for problematic hepatocellular tumors[J]. Int J Hyperthermia, 2020, 37: 256-262.
- [14] Rajyaguru DJ, Borgert AJ, Smith AL, et al. Radiofrequency ablation versus stereotactic body radiotherapy for localized hepatocellular carcinoma in nonsurgically managed patients: analysis of the National Cancer Database[J]. J Clin Oncol, 2018, 36: 600-608.
- [15] Kang TW, Lim HK, Cha DI. Aggressive tumor recurrence after radiofrequency ablation for hepatocellular carcinoma[J]. Clin Mol Hepatol, 2017, 23: 95-101.
- [16] Wang CC, Kao JH. Artificial ascites is feasible and effective for difficult-to-ablate hepatocellular carcinoma[J]. Hepatol Int, 2015, 9: 514-519.
- [17] Hakime A, Tselikas L, Otmegguine Y, et al. Artificial ascites for pain relief during microwave ablation of subcapsular liver tumors[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2015, 38: 1557-1562.
- [18] Nam SY, Rhim H, Kang TW, et al. Percutaneous radiofrequency ablation for hepatic tumors abutting the diaphragm: clinical assessment of the heat-sink effect of artificial ascites[J]. AJR Am J Roentgenol, 2010, 194: W227-W231.
- [19] 王竞立,赵辉. 消融术治疗高危部位肝癌相关技术研究进展[J]. 介入放射学杂志, 2020, 29:431-434.
- [20] 刘德林,黄斌,孙希希,等. 人工腹水辅助超声引导下经皮微波消融治疗邻近横膈肝癌的应用价值[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2020, 17:776-781.
- [21] Li X, An C, Liu FY, et al. The value of 3D visualization operative planning system in ultrasound-guided percutaneous

- microwave ablation for large hepatic hemangiomas: a clinical comparative study[J]. BMC Cancer, 2019, 19: 550.
- [22] Huang ZM, Zuo MX, Gu YK, et al. Computed tomography - guided radiofrequency ablation combined with transarterial embolization assisted by a three-dimensional visualization ablation planning system for hepatocellular carcinoma in challenging locations: a preliminary study [J]. Abdom Radiol (NY), 2020, 45: 1181-1192.
- [23] Ikemoto T, Shimada M, Yamada S. Pathophysiology of recurrent hepatocellular carcinoma after radiofrequency ablation[J]. Hepatol Res, 2017, 47: 23-30.
- [24] Chinnaratha MA, Sathananthan D, Pateria P, et al. High local recurrence of early - stage hepatocellular carcinoma after percutaneous thermal ablation in routine clinical practice[J]. Eur J Gastroenterol Hepatol, 2015, 27: 349-354.
- [25] Komorizono Y, Oketani M, Sako K, et al. Risk factors for local recurrence of small hepatocellular carcinoma tumors after a single session, single application of percutaneous radiofrequency ablation[J]. Cancer, 2003, 97: 1253-1262.
- [26] Zhao Z, Wu J, Liu X, et al. Insufficient radiofrequency ablation promotes proliferation of residual hepatocellular carcinoma via autophagy[J]. Cancer Lett, 2018, 421: 73-81.
- [27] Chen J, Peng K, Hu D, et al. Tumor location influences oncologic outcomes of hepatocellular carcinoma patients undergoing radiofrequency ablation[J]. Cancers(Basel), 2018, 10: 378.
- [28] Kang TW, Lim HK, Lee MW, et al. Perivascular versus nonperivascular small HCC treated with percutaneous RF ablation: retrospective comparison of long-term therapeutic outcomes [J]. Radiology, 2014, 270: 888-899.
- [29] Rhim H, Lim HK, Kim YS, et al. Percutaneous radiofrequency ablation with artificial ascites for hepatocellular carcinoma in the hepatic dome: initial experience[J]. AJR Am J Roentgenol, 2008, 190:91-98.
- [30] Hsieh YC, Limquiao JL, Lin CC, et al. Radiofrequency ablation following artificial ascites and pleural effusion creation may improve outcomes for hepatocellular carcinoma in high-risk locations[J]. Abdom Radiol (NY), 2019, 44: 1141-1151.
- [31] Uehara T, Hirooka M, Ishida K, et al. Percutaneous ultrasound-guided radiofrequency ablation of hepatocellular carcinoma with artificially induced pleural effusion and ascites[J]. J Gastroenterol, 2007, 42: 306-311.
- [32] Adan ML, Oliveira MA, Perez RJP, et al. Percutaneous radiofrequency ablation with artificial ascites for hepatocellular carcinoma adjacent to the diaphragm[J]. Gastroenterol Hepatol, 2010, 33: 709-715.
- [33] Lee EJ, Rhim H, Lim HK, et al. Effect of artificial ascites on thermal injury to the diaphragm and stomach in radiofrequency ablation of the liver: experimental study with a porcine model [J]. AJR Am J Roentgenol, 2008, 190: 1659-1664.
- [34] Song I, Rhim H, Lim HK, et al. Percutaneous radiofrequency ablation of hepatocellular carcinoma abutting the diaphragm and gastrointestinal tracts with the use of artificial ascites: safety and technical efficacy in 143 patients[J]. Eur Radiol, 2009, 19: 2630-2640.
- [35] Kondo Y, Yoshida H, Shiina S, et al. Artificial ascites technique for percutaneous radiofrequency ablation of liver cancer adjacent to the gastrointestinal tract[J]. Br J Surg, 2006, 93: 1277-1282.

(收稿日期:2021-04-05)

(本文编辑:李 欣)