

论 著 · 腹部

MRI简化序列对肝癌射频消融术后复发的筛查价值*

张 瑶 刘 念 王皖皖

徐运军*

中国科学技术大学附属第一医院安徽省立医院影像科 (安徽 合肥 230000)

【摘要】目的 研究MRI简化序列方案在射频消融治疗后复发肝细胞癌(HCC)的检测性能。方法 回顾性分析我院HCC消融治疗前行肝脏增强MRI随访的50名患者113个病灶。从全序列增强MRI检查中提取2组简化序列的方案,即平扫组,包括T2WI和DWI序列;增强组,包括T2WI、蒙片、动脉期、门脉期和延迟期。平扫组病灶T2WI呈轻中度高信号且DWI弥散受限,诊断为阳性。增强组及全序列组依据LI-RADS v2018对病灶进行评分。比较各组序列的敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值和曲线下面积(AUC)。结果 平扫组的敏感度及阴性预测值最高,且平扫组与增强组的全序列组的敏感度组间比较,差异无统计学意义(P值均>0.05)。各组间的特异度比较,差异均无统计学意义(P值均>0.05)。平扫组与增强组的全序列组的组间AUC比较,差异均无统计学意义(P值均>0.05)。结论 无对比剂增强的MRI简化序列对消融治疗后复发HCC的检测具有较高的敏感度、特异度和诊断效能,有望成术后监测HCC复发的筛查方式。

【关键词】肝细胞癌;磁共振简化序列;筛查

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】安徽省自然科学基金项目
面上项(2208085MH259)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.10.034

Abbreviated MRI for Surveillance of Recurrent Hepatocellular Carcinoma after Radiofrequency Ablation Treatment*

ZHANG Yao, LIU Nian, WANG Wan-wan, XU Yun-jun*.

Department of Radiology, Anhui Provincial Hospital, The First Affiliated Hospital of USTC, Hefei 230000, Anhui Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the diagnostic performance of Abbreviated MRI(AMRI)for the detection of recurrent hepatocellular carcinoma (HCC) after radiofrequency ablation(RFA)therapy. **Methods** A retrospective analysis was conducted on fifty patients with 113 lesions who underwent surveillance using liver contrast-enhanced MRI after RFA treatment at our institution. Two AMRI were extracted from the whole-sequence liver contrast-enhanced MRI scans, namely non-contrast (NC)-AMRI group, including T2WI and DWI sequences; dynamic contrast-enhanced (Dyn)-AMRI group, including T2WI, arterial phase, portal venous phase, and delayed phase. For the NC-AMRI group, the lesions showed mild to moderate high hyperintensity on T2WI and restricted diffusion on DWI, considered as positive. For the Dyn-AMRI group and whole-sequence group, lesions were scored according to the Liver Imaging Reporting and Data System (LI-RADS v2018). The sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV) and the area under the curve (AUC) of each group were calculated compared. **Results** The sensitivity and NPV were highest in the NC-AMRI group. There was no significant difference in sensitivity between the NC-AMRI and the Dyn-AMRI group as well as the full-sequence group (all P>0.05). There was no significant difference in specificity among all groups (all P>0.05). There was no significant difference in AUC between the non-contrast group and the contrast-enhanced group as well as the full-sequence group (all P>0.05). **Conclusion** NC-AMRI sequences have high sensitivity, specificity, and diagnostic performance for detecting recurrent HCC after ablation therapy. It is expected to be one of the screening methods for postoperative monitoring of HCC recurrence.

Keywords: Hepatocellular Carcinoma; Abbreviated MRI; Screening

肝细胞癌(hepatocellular carcinoma, HCC)是最常见的肝脏原发性恶性肿瘤,并且是癌症相关死亡的主要原因之一^[1-2]。肝移植、手术切除和消融治疗(radiofrequency ablation, RFA)是极早期和早期HCC(巴塞罗那分期)根治性治疗的主要方式之一^[3-4]。但随着消融和影像引导技术的进步和发展,早期HCC进行射频消融治疗可以取得与手术切除和肝移植相似的无瘤生存期^[5-7]。而且, RFA具有微创、费用低、不良反应少、患者恢复快且依从性高等特点,近年来在临床上也获得了广泛的应用^[8-9]。但不幸的是,患者消融治疗后复发率仍然很高,约30%-60%^[10-11]。而且现在HCC根治性治疗术后复发仍缺乏有效地预防措施,因此术后随访筛查早期发现和治疗复发肿瘤,对于提高患者生存率至关重要。

虽然超声是HCC高危患者的推荐筛查方式之一,但由于其图像质量常受肝实质背景如脂肪肝、肝硬化等影响,而且其对微小病灶敏感性较低,从而使得其在HCC根治性治疗后筛查中的应用价值有限^[12]。结合肿瘤标志物和影像学检查(例如对比增强CT和MRI)通常用于HCC的术后筛查监测^[13]。然而,由于HCC治疗后随访的连续性和重复性,使用对比增强CT或MRI检查可能存在造影剂相关风险以及辐射暴露风险,而且常规增强MRI扫描时间长且费用高,时间经济成本较高^[14]。考虑到辐射风险、临床效用和效益成本,理想的肝癌术后随访方式目前还没有达成共识。

近年有研究使用少量序列组成的MRI简化序列的方案(abbreviated magnetic resonance imaging, AMRI)用于高危患者的HCC筛查,不仅能缩短检查时间,而且能同时保持较高的诊断性能^[15-16]。但目前很少有研究探索AMRI在HCC射频消融术后筛查肿瘤复发的价值。因此本研究旨在评估AMRI方案在检测HCC射频消融后筛查肿瘤复发的性能。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究通过中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)伦理管理委员会批准(批准文号: 2024-RE-402),免除患者知情同意书。回顾性分析2018年1月至2023年12月于我院行RFA治疗且术后行全序列肝脏增强MRI随访的HCC患者。剔除标准: RFA治疗前接受过HCC治疗;未达到完全消融的HCC患者; RFA治疗后未行肝脏增强MR检查随访; RFA治疗后、术后首次肝脏增强MRI检查之前对复发 HCC 进行过治疗; MR 图像质量不佳未达到诊断标准; 术后首次肝脏增强 MRI 随访时已发现肝外转移或者血管侵犯; 无后续病理结果或无6个月以上影像随访监测。

最终,共有50名患者113个病灶(36名男性和14名女性;中位年龄58岁 [范围29~89岁])纳入分析。

【第一作者】张 瑶,女,住院医师,主要研究方向:肝脏影像学。E-mail: 569874016@qq.com

【通讯作者】徐运军,男,主任医师,主要研究方向:肝脏影像学。E-mail: xyj23018@ustc.edu.cn

1.2 检查方法 使用 Siemens Tim Trio 3.0T MRI 扫描仪进行腹部检查。患者检查时取仰卧位、头先进。MRI扫描包括常规轴位T1WI、FS-T2WI 和DWI序列(b 值=50、800 s/mm²)。增强扫描采用VIBE序列扫描,对比剂经肘静脉团注,钆塞酸二钠(显爱,正大天晴药业公司)或钆双胺(欧乃影, GE Healthcare),剂量为0.1

mmol/kg,注射速率为2.0mL/s。注射完毕后随即用相同速率20 mL生理盐水冲管。分别于注射对比剂后15~20s、60s和180s采集动脉期、门脉期和延迟期/移行期(钆双胺为延迟期,钆塞酸二钠为移行期)。在注射钆塞酸二钠对比剂20min后获取肝胆特异期图像。扫描序列与参数详见表1。

表1 动态增强MRI扫描序列及参数

序列	矩阵	TR(ms)/TE (ms)	翻转角(°)	带宽(kHz/px)	层厚 (mm)	层间隔 (mm)
T2WI	168 × 320	6699.50/81.00	150	260	5	1
DWI	86 × 128	4900.00/73.00	90	1698	5	1
VIBE -平扫	195 × 320	4.07/1.86	9	446	2.5	/
VIBE-增强	195 × 320	4.07/1.86	9	446	2.5	/
肝胆期	195 × 320	4.07/1.86	9	446	2.5	/

1.3 图像诊断和分析 从全序列肝脏增强MRI检查中提取简化序列的方案:(1)平扫组(non-contrast abbreviated MRI, NC-AMRI),包括T2WI和DWI序列;(2)增强组(dynamic contrast-enhanced abbreviated MRI, Dyn-AMRI),包括T2WI序列、VIBE序列的蒙片、动脉期、门脉期和延迟期。

图像数据随机分配给2名经验丰富的肝脏MRI影像诊断医师独立阅片,并记录病灶的大小和位置。每位阅片人独立评阅NC-MRI图像和全序列增强MRI图像。意见不一致时,经讨论达成共识。每种方案评阅间隔2周。阅片人事先知晓患者因HCC做了RFA,但不知MRI检查时患者是否存在肿瘤复发。阅片人允许查看患者术前肝脏MRI影像,以确定肝脏原有良性病变(如肝囊肿或肝血管瘤等)的位置。平扫组病灶T2WI 呈轻中度高信号,且DWI 弥散受限,认为是阳性。增强组和全序列组依据2018版肝脏影像报告和数据系统(LI-RADS v2018)对病灶进行评分^[12]。

1.4 金标准和随访 复发 HCC 的确诊基于组织病理学结果或影像学诊断。确诊存在复发HCC 的标准是:(1)组织病理学确诊为HCC;(2)术后增强CT 或 MRI 病灶诊断为LR-5类;或(3)两种影像学检查病灶同时表现为“快进快出”的肝癌典型征象。

无复发HCC的标准是:(1)术后增强 MRI未发现肝内病变;(2)病灶诊断为LI-RADS 1/2类;(3)术后增强MRI检查后1个月内,病理证实为肝脏良性病灶或其他肝脏恶性肿瘤;(4)在术后增强MRI检查后6~12个月内的影像检查随访,病灶未进展为LI-RADS 4/5类。此外,对患者进行持续随访直至出现肝外复发、肝内复发并伴有血管侵犯或最后一次随访日期(2024 年6月30日)。

1.5 统计分析 使用SPSS v27.0和MedCalc 17.5.5软件进行统计分析。计算每个病灶的各组AMRI序列和全序列增强MRI序列的敏感度、特异度、阳性预测值(PPV)和阴性预测值(NPV)及其 95%置信区间(confidence interval, CI),并使用 McNemar 检验比较各组序列的诊断效能。绘制各组简化序列和全序列的受试者工作特征(ROC)曲线,并采用DeLong检验比较组间曲线下面积(AUC)。P<0.05认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组MRI简化序列的诊断效能 平扫组的敏感度及阴性预测值最高,全序列组的敏感度最低,但特异度和阳性预测值最高,见表2。各组间的特异度比较,差异均无统计学意义(P值均>0.05)。增强组的敏感度与全序列组比较,差异有统计学意义(P=0.03),平扫组与增强组和全序列组的敏感性组间比较,差异均无统计学意义(P值均>0.05)。如图1患者所示,该病灶最终结果为肝细胞癌,但病灶在动脉期末见明显强化,门静脉期及肝胆期呈低信号,在增强组诊断为肝细胞癌阴性,在平扫组和全序列组均诊断为肝细胞癌阳性。

2.2 各组MRI简化序列的ROC曲线 各组ROC曲线AUC 由大到小依次是全序列组(AUC = 0.95, 95% CI: 0.89~0.98)、平扫组(AUC = 0.91, 95% CI: 0.84~0.95)、增强组(AUC = 0.86, 95% CI: 0.78~0.92),见图3。全序列组与增强组组间AUC比较,差异有统计学意义(P<0.001)。平扫组与增强组和全序列组的组间AUC比较,差异均无统计学意义(P>0.05)。

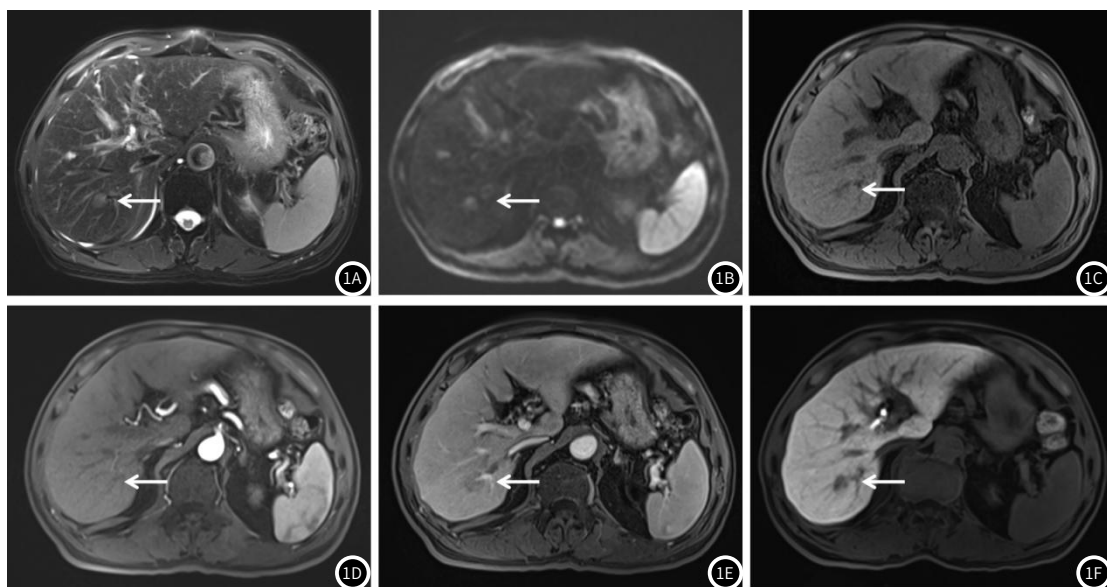


图1 男,67岁,肝细胞癌行消融治疗后33个月,术后随访筛查发现肝S6/7结节,T2WI呈轻中度高信号(图1A),DWI为高信号(图1B),T1WI病灶表现为等信号(图1C),增强扫描动脉期病灶未见明显强化(图1D),门脉期(图1E)和肝胆期(图1F)病灶表现为低信号。该病灶增强组判断为肝细胞癌阴性,在平扫组和全序列组判断为肝细胞癌。

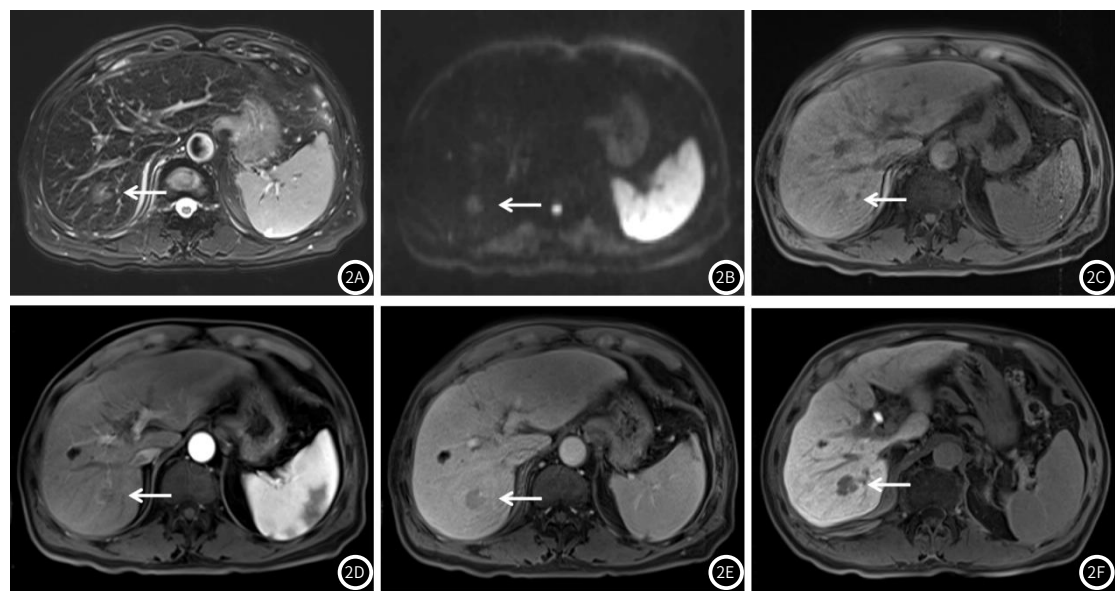


图2 肝S6/7结节继续随访5个月后，病灶较前增大，T2WI呈轻中度高信号(图2A)，DWI为高信号(图2B)，T1WI病灶表现为呈稍低信号(图2C)，增强扫描动脉期(图2D)边缘强化，门脉期(图2E)强化程度减退，肝胆期(图2F)呈低信号。该病灶此次检查在平扫组、增强组 and 全序列组均判断为肝细胞癌。

表2 各组序列筛查射频消融术后复发HCC的效能[% (95% CI)]

组别	AUC	敏感度	特异度	阳性预测值	阴性预测值
平扫组	0.91(0.84~0.95)	0.97(0.84~0.99)	0.91(0.82~0.96)	0.83(0.68~0.92)	0.98(0.91~0.99)
增强组	0.86(0.78~0.92)	0.96(0.82~0.99)	0.86(0.76~0.92)	0.73(0.57~0.85)	0.98(0.91~0.99)
全序列组	0.95(0.89~0.98)	0.93(0.79~0.98)	0.97(0.89~0.99)	0.95(0.82~0.99)	0.95(0.87~0.98)
P值(1vs 2)	0.15	0.28	>0.99		
P值(1 vs 3)	0.09	0.0625	0.5		
P值(2 vs 3)	< 0.001	0.003	0.5		

注：1、2、3组分别对应平扫组、增强组、全序列组，P值由McNemar检验计算。

3 讨论

手术切除、射频消融、肝移植是极早期和早期HCC患者根治性治疗方式^[3-4,13]。然而，受到肿瘤位置、残肝体积和患者肝功能情况的影响，仅少数的HCC患者可行肝切除术；而肝移植因受肝源缺乏的影响，在临床应用中受到了极大的限制^[17]。近年来，HCC射频消融治疗因其创伤小、安全性高和费用低的特点成为治疗早期HCC的一线治疗方式^[6,9]。大量临床研究也表明，早期HCC射频消融治疗可取得与手术切除和肝移植类似的疗效^[5,7]。然而，虽然早期HCC根治性治疗术后5年生存率高达70%，但根治性治疗后肿瘤的复发依旧是影响早期HCC患者总体预后的重要危险因素^[2,13]。因此，早期HCC根治性治疗术后持续监测、随访，尤为重要。然而，目前对于HCC根治性治疗后的理想随访方式尚未达成共识。本研究评估了两组简化磁共振序列(NC-AMRI 和 Dyn-AMRI)筛查肝细胞癌射频消融术后复发HCC的效能。研究结果表明，三组序列的特异度没有显著差异。平扫组与增强组和全序列MRI的敏感度没有显著差异，然而增强组的敏感度与全序列组比较，差异有统计学意义。本研究提出的简化序列方案与增强组和全序列组相比，不仅有较高的敏感度和特异度，同时能够有效降低经济和时间成本，具备作为消融术后监测HCC复发的筛查方案的潜力。

我们的研究表明，平扫组与增强组和全序列MRI在检测复发

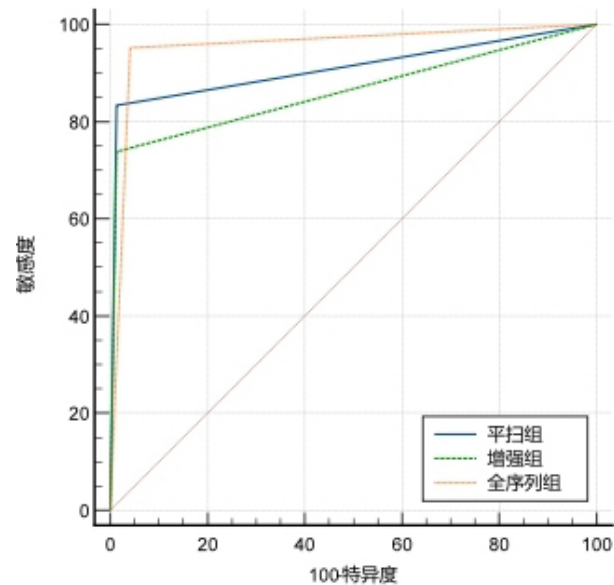


图3 各组序列诊断复发HCC的ROC曲线。

HCC的敏感度、特异度及诊断效能方面,无显著差异。我们的结果与 Min和Sun等人之前的研究结果一致^[18-19],他们的结果表明肝细胞癌在行肝切除和RFA术后,NC-AMRI与全序列MRI检测复发HCC的效能相当。然而本研究与 Min和Sun 等的研究人群不同,Min等的研究仅纳入肝细胞癌行肝切除术的患者;而Sun等的研究同时纳入分析行肝切除和消融术的HCC患者,且未单独分析行消融术后的HCC患者。因此尚无研究探索接受RFA治疗的HCC患者的术后筛查方法。尽管本研究发现,接受RFA治疗后的HCC患者在检测复发HCC效能方面,NC-AMRI与全序列MRI相比,没有显著差异。但是,我们是回顾性研究,仍需多中心前瞻性队列研究进行进一步验证我们的结果。

尽管NC-AMRI检测性能良好,但其作为HCC 筛查序列,仍可能存在以下问题。首先需要注意的是,NC-AMRI在检测到病灶时,需要进行增强检查以进一步验证。然而,考虑到HCC治疗后的复发率较低,在进行射频消融治疗后,使用NC-AMRI进行筛查,并在发现病灶后进行对比剂增强的CT或MRI检查以明确诊断阳性病例,是经济有效的^[20-21]。其次,由于检查的扫描范围局限在肝脏且缺乏对比剂增强图像,NC-AMRI在检测肿瘤血管侵犯和肝外复发方面可能存在一定的局限性。然而,基于先前的研究结果,肝外复发通常不会在没有肝内复发的情况下发生^[21]。而且在我们研究人群的持续随访中,肝外复发或血管侵犯的发生率也非常低。因此,建议在接受RFA治疗后的患者中使用NC-AMRI进行HCC复发的筛查是合理的。

在本研究中,增强组的敏感度和AUC与全序列组比较,差异有统计学意义,但特异度并没有明显降低(差异无统计学意义)。本研究增强组是由T2WI和动态增强序列组成,T2WI序列对检测肝脏局灶性病变敏感度高。依据我国《2024年版原发性肝癌诊疗指南》^[22],肝细胞癌的影像诊断主要依据病灶典型影像学表现,即增强扫描动脉期非环形强化,门静脉期或延迟期廓清(“快进快出”)。而本研究中增强组的敏感度较低,可能是由于本研究入组的复发病灶中小肝癌(直径< 2 cm)占比较高(88%, 37/42)。小肝癌由于新生肿瘤血管不完全、病灶体积小、分化程度较好,其强化方式常常表现不典型,约30%的小肝癌表现为乏血供^[23-28]。在后续研究中可以开展新的增强简化序列组合来进一步提高诊断敏感度。若以增强组作为小肝癌的筛查方案,需静脉注射对比剂采集动态增强图像,易产生呼吸运动伪影,且存在对比剂相关风险,这可能是增强简化序列组合作为筛查序列存在的不足。

本研究的局限性:首先,由于本研究是回顾性的单中心研究,样本量较小,存在一定的选择偏倚风险。因此,我们的结果的适用性和普遍性需通过大样本量的多中心前瞻性研究来进一步验证。其次,T2WI和DWI的图像质量可能会因不同的场强和设备而有所不同。因此,我们的研究结果需要进一步在其他设备上验证。此外,尽管我们的研究结果表明,NC-MRI 的检测性能与全序列 MRI 相比并没有显著差异,但仍需要进一步的非劣效检验来证明NC-MRI序列与全序列增强 MRI 的非劣效性。

综上所述,我们的研究发现,在对HCC消融术后的复查中,无对比剂增强的简化磁共振序列(包括T2WI和DWI序列)与全序列增强磁共振在检测效能上并无显著差异。鉴于NC-AMRI出色的检测性能、较短的扫描时间、成本效益高且无造影剂相关风险,有望术后监测HCC复发的有效筛查方式之一。

参考文献

[1] Sung H, Ferlay J, Siegel R L, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185

- countries[J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71 (3): 209-249.
- [2] Villanueva A. Hepatocellular carcinoma[J]. N Engl J Med, 2019, 380 (15): 1450-1462.
- [3] Forner A, Reig M, Bruix J. Hepatocellular carcinoma[J]. Lancet, 2018, 391 (10127): 1301-1314.
- [4] Llovet J M, Kelley R K, Villanueva A, et al. Hepatocellular carcinoma[J]. Nat Rev Dis Primers, 2021, 7 (1): 6.
- [5] 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.
- [6] Song J, Cao L, Ma K, et al. Laparoscopic liver resection versus radiofrequency ablation for small hepatocellular carcinoma: randomized clinical trial[J]. Br J Surg, 2024, 111 (4).
- [7] Xu X L, Liu X D, Liang M, et al. Radiofrequency ablation versus hepatic resection for small hepatocellular carcinoma: systematic review of randomized controlled trials with meta-analysis and trial sequential analysis[J]. Radiology, 2018, 287 (2): 461-472.
- [8] Rhim H, Lim H K. Radiofrequency ablation of hepatocellular carcinoma: pros and cons[J]. Gut Liver, 2010, 4 Suppl 1 (Suppl 1): S113-S118.
- [9] Feng K, Ma K S. Value of radiofrequency ablation in the treatment of hepatocellular carcinoma[J]. World J Gastroenterol, 2014, 20 (20): 5987-5998.
- [10] Kim G A, Shim J H, Kim M J, et al. Radiofrequency ablation as an alternative to hepatic resection for single small hepatocellular carcinomas[J]. Br J Surg, 2016, 103 (1): 126-135.
- [11] Qi X, Tang Y, An D, et al. Radiofrequency ablation versus hepatic resection for small hepatocellular carcinoma: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. J Clin Gastroenterol, 2014, 48 (5): 450-457.
- [12] Chernyak V, Fowler K J, Kamaya A, et al. Liver imaging reporting and data system (LI-RADS) version 2018: imaging of hepatocellular carcinoma in at-risk patients[J]. Radiology, 2018, 289 (3): 816-830.
- [13] European Association for the Study of the Liver. EASL clinical practice guidelines: management of hepatocellular carcinoma[J]. J Hepatol, 2018, 69 (1): 182-236.
- [14] Brenner D J, Hall E J. Computed tomography—an increasing source of radiation exposure[J]. N Engl J Med, 2007, 357 (22): 2277-2284.
- [15] Park H J, Jang H Y, Kim S Y, et al. Non-enhanced magnetic resonance imaging as a surveillance tool for hepatocellular carcinoma: Comparison with ultrasound[J]. J Hepatol, 2020, 72 (4): 718-724.
- [16] Vietti V N, Lewis S, Liao J, et al. Gadodotate-enhanced abbreviated MRI is highly accurate for hepatocellular carcinoma screening[J]. Eur Radiol, 2020, 30 (11): 6003-6013.
- [17] Pinato D J, Sharma R, Ailara E, et al. The ALBI grade provides objective hepatic reserve estimation across each BCLC stage of hepatocellular carcinoma[J]. J Hepatol, 2017, 66 (2): 338-346.
- [18] Jeon S K, Lee D H, Hur B Y, et al. Abbreviated MRI for Secondary Surveillance of recurrent hepatocellular carcinoma after presumed curative treatment[J]. J Magn Reson Imaging, 2023, 58 (5): 1375-1383.
- [19] Min J H, Kim Y K, Choi S Y, et al. Detection of recurrent hepatocellular carcinoma after surgical resection: non-contrast liver MR imaging with diffusion-weighted imaging versus gadoxetic acid-enhanced MR imaging[J]. Br J Radiol, 2018, 91 (1090): 20180177.
- [20] Portolani N, Coniglio A, Ghidoni S, et al. Early and late recurrence after liver resection for hepatocellular carcinoma: prognostic and therapeutic implications[J]. Ann Surg, 2006, 243 (2): 229-235.
- [21] Xu X F, Xing H, Han J, et al. Risk factors, patterns, and outcomes of late recurrence after liver resection for hepatocellular carcinoma: a multicenter study from China[J]. JAMA Surg, 2019, 154 (3): 209-217.
- [22] 中华人民共和国国家卫生健康委员会医政司. 原发性肝癌诊疗指南 (2024年版)[J]. 协和医学杂志, 2024, 15 (3): 532-559.
- [23] Morisaka H, Motosugi U, Ichikawa S, et al. Uptake of gadoxetic acid in hepatobiliary phase magnetic resonance imaging and transporter expression in hypovascular hepatocellular nodules[J]. Eur J Radiol, 2021, 138: 109669.
- [24] Bolondi L, Gaiani S, Celli N, et al. Characterization of small nodules in cirrhosis by assessment of vascularity: the problem of hypovascular hepatocellular carcinoma[J]. Hepatology, 2005, 42 (1): 27-34.
- [25] 穆玉娟, 张明珠, 吴斐斐. DWI、T2WI及MRI动态增强对肝硬化背景上小肝癌的临床价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22 (8): 86-88.
- [26] 李佳, 冯硕, 马继征. 小肝癌的MRI特征及诊断价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22 (8): 74-76.
- [27] 谢敏. 16层螺旋CT与MRI增强扫描方法诊断小肝癌的效果对比[J]. 罕少疾病杂志, 2011, 18 (1): 22-23.
- [28] 李华. 乙型肝炎肝硬化背景小肝癌CT优于MRI的强化表现特点分析[J]. 罕少疾病杂志, 2017, 24 (1): 52-53, 57.

(收稿日期: 2024-10-28)

(校对编辑: 韩敏求、翁佳鸿)