

论 著

Gd-EOB-DTPA增强MRI对肝癌微血管侵犯及分级的预测价值*

王皖皖¹ 徐运军^{1,*} 郑鑫²蔡圣贤¹

1.安徽医科大学附属医院影像科

(安徽合肥 230001)

2.广州医科大学附属第一医院影像科

(广东广州 510000)

【摘要】目的 本研究旨在评估钆塞酸二钠在MRI中对肝细胞肝癌(HCC)患者手术前微血管侵犯(MVI)的出现和分级的预测价值。**方法** 对138例术后病理诊断为肝细胞肝癌(HCC)的患者进行了回顾性的临床和影像学数据分析,从而找出HCC患者MVI的影响因素。将这些数据以7:3的比例划分为训练组(96例)和验证组(42例)。并构建了一个临床-影像模型,以预测MVI的发生和分级。运用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)检验其诊断能力。**结果** 临床-影像模型AFP、肿瘤边界、强化方式、瘤内坏死、瘤周低信号、瘤内动脉和中性粒细胞与淋巴细胞的比值(NLR)是HCC患者出现MVI的独立危险因素。训练组M0、M1、M2的诊断效能ROC曲线下面积(AUC)值分别是0.84、0.82、0.80,测试组M0、M1、M2的AUC值分别为0.75、0.73、0.90。**结论** 基于钆塞酸二钠增强MRI建立的临床-影像模型对术前预测肝癌患者微血管浸润的发生及分级具有较高的价值。

【关键词】 肝细胞肝癌; 微血管侵犯; MRI; 钆塞酸二钠

【中图分类号】 R735.7

【文献标识码】 A

【基金项目】 安徽省自然科学基金项目资助(2208085MH259)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.11.032

Prediction Value of Gd-EOB-DTPA Enhanced MRI in Microvascular Invasion and Grading of Liver Cancer*

WANG Wan-wan¹, XU Yun-jun^{1,*}, ZHENG Xin², CAI Sheng-xian¹.

1.Department of Imaging, Anhui Provincial Hospital, Anhui Medical University, Hefei 230001, Anhui Province, China

2.Department of Imaging, The First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510000, Guangdong Province, China

ABSTRACT

Objective This study aimed to evaluate the predictive value of gadolinium ethoxybenzyl diethylenetriamine pentaacetic acid(Gd-EOB-DTPA) in MRI for the occurrence and grading of preoperative microvascular invasion (MVI) in patients with hepatocellular carcinoma (HCC). **Methods** Retrospective clinical and imaging data analysis was performed on 138 patients with postoperative pathological diagnosis of hepatocellular carcinoma (HCC) to identify the influencing factors of MVI in HCC patients. These data were then divided into a training group (96 cases) and a validation group (42 cases) in a ratio of 7:3. Next, we constructed a clinical-imaging model to predict the occurrence and grading of MVI, and we used receiver operating characteristic (ROC) curves to test their diagnostic capabilities. **Results** Clinical-imaging models such as AFP, tumor boundaries, reinforcement mode, intratumoral necrosis, peritumor low signal, intratumoral artery, and neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR) were independent risk factors for MVI in HCC patients. The AUC values under the ROC curve of diagnostic performance of M0, M1, and M2 in the training group were 0.84, 0.82, and 0.80, respectively, and the AUC values of M0, M1, and M2 in the test group were 0.75, 0.73 and 0.90, respectively. **Conclusion** The clinical-imaging model based on Gd-EOB-DTPA enhanced MRI has a high value in predicting the occurrence and grade of microvascular infiltration in patients with liver cancer.

Keywords: Hepatocellular Carcinoma; Microvascular Invasion; MRI; Gd-EOB-DTPA

在中国,肝癌是癌症相关死亡的第二大原因,其中肝细胞肝癌(HCC)约占原发性肝癌的90%,肝癌的发病率在肺癌和胃癌之后位居第三^[1]。肝切除术是肝功能良好的早中期肝癌患者的主要治疗方法。然而,最新的研究结果显示有超过一半的肝癌患者会在肝切除术后2年内复发^[2]。微血管浸润(MVI)代表了肿瘤的侵袭性,对肝切除和肝移植术后的复发和长期生存有着至关重要的影响^[3]。存在MVI的肝细胞肝癌患者在肝切除术后中位生存期较无MVI患者显著降低^[4]。目前大多数相关研究^[5-6]都采用了二分类的方法,仅仅预测MVI的存在,有证据表明,MVI分级的严重程度与肝癌切除术后复发和长期生存有着紧密联系^[7-8]。因此,本研究通过HCC患者术前钆塞酸二钠增强MRI检查,判断动脉期、门静脉期和肝胆特异期图像的影像特征,采用三分类的方法建立基于特异性对比剂增强MRI的临床-影像模型,对肝癌MVI的发生及其分级进行预测,并评估肝癌患者术后早期复发风险,从而指导临床决策。

1 资料与方法

1.1 研究对象 本研究回顾性分析了2019年3月至2023年3月期间就诊于安徽省立医院进行肝切除术且术后病理结果明确为HCC的患者。

纳入标准: 肝切除术后病理诊断为HCC,并且证实有无MVI及其分级;术前2周内完成腹部Gd-EOB-DTPA增强MRI检查;术前无大血管侵犯及远处转移;术前未进行过相关抗肿瘤治疗(肝切除,介入,放、化疗等);术前肝功能良好,Child-Pugh分级为A或B级。排除标准:患者资料不完整或图像质量差诊断受限。

本研究已通过安徽省立医院伦理管理委员会批准(批准文号:2023-RE-282),免除受试者知情同意书。

1.2 磁共振成像方法 Gd-EOB-DTPA增强MRI扫描方法-每位病人都接受了SIEMENS Trio Tim 3.0T MRI的检查,使用体部相控阵线圈扫描。患者取仰卧位,以头先进的方式,对膈肌至肝脏下缘的范围进行扫描。对比剂:Gd-EOB-DTPA。平扫:TSE T₂WI(脂肪抑制)、T₁WI正反相位、DWI序列。Gd-EOB-DTPA增强扫描:用高压注射器将Gd-EOB-DTPA经肘静脉以2.0mL/s的速度注入,注射剂量为0.1mmol/kg,并用相同的速度注入20mL的生理盐水冲洗管道。在注射Gd-EOB-DTPA对比剂20秒之后,执行三期动态增强扫描,20分钟后再次执行肝胆期扫描。

1.3 MVI的定义及其分级 MVI的定义为:通过显微镜观察,发现位于血管中的肿瘤病灶。门静脉的小分支更易被肿瘤侵袭,其次是肝静脉,有时也会出现在肝动脉、肝总管以及淋巴管的分支中。采用“7点”的基准取样方式,在病理组织学的层次上,可将其划分为M0(未发现MVI的癌灶)、M1(≤5个MVI的癌灶,且位于癌灶附近的肝组织内)以及M2(>5个MVI的癌灶,或者位于远离癌灶的肝组织内)。中国肝癌病理学组组织验证

【第一作者】 王皖皖,女,在读硕士,主要研究方向:腹部影像学。E-mail: 3195859661@qq.com

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

了三级MVI分级法和“7点”基线取材法的科学性^[9]。

1.4 图像分析 一位具有24年腹部影像诊断经验的放射科医师和一位具有6年诊断经验的放射科医师在双盲的情况下对所有影像学资料进行独立诊断，如有异议经讨论达成一致，两位医师都掌握影像特征的评判标准，只知道是HCC患者，对患者的临床资料不知情。影像特征包括肿瘤边界、肿瘤最大径、强化方式、瘤内坏死、瘤周低信号、瘤内动脉、瘤周强化。(1) 肿瘤边界情况：边缘光滑，即肿瘤边缘呈现出边界清晰规则的圆形或类圆形；边

缘不光滑，即肿瘤的边缘模糊，不规则，单个或多个结节浸润性边缘；(2)肿瘤最大径：在轴面图像上测量的最大直径；(3)强化方式：三期增强是否表现出典型的“快进快出”；(4)瘤内坏死：增强各期是否均可见低信号无强化区域；(5)肝胆期瘤周低信号：肝胆期肿瘤周围出现低信号区域；(6)瘤内动脉：动脉期病灶内可见强化的血管影；(7)瘤周强化：动脉期环绕肿瘤周围的高信号区域。部分病例见图1-2。

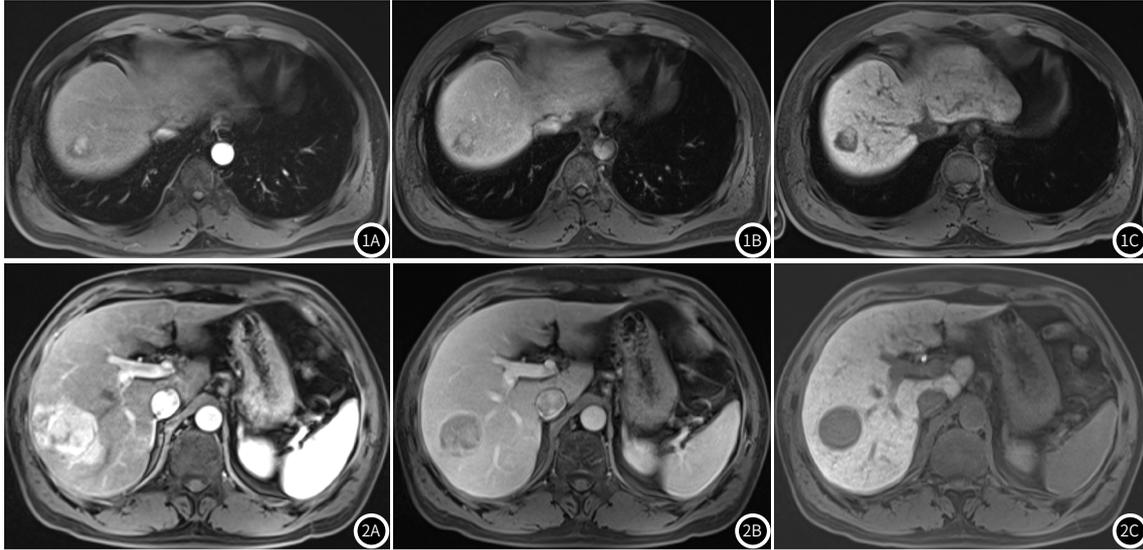


图1A-图1C 典型病例1图像。48岁男性HCC患者，图1A-1C分别是动脉期、门脉期、肝胆期图像。M0级，肿瘤边缘光滑，最大径2.4cm，三期均可见瘤内坏死，强化方式不典型，肝胆特异期见瘤周低信号环。

图2A-图2C 典型病例2图像。48岁男性HCC患者，图2A-2C分别是动脉期、门脉期、肝胆期图像。M0级，肿瘤边缘光滑，最大径3.3cm，动脉期可见瘤周强化及瘤内坏死，强化方式典型，肝胆特异期无瘤周低信号环。

1.5 统计学分析与临床-影像模型建立 使用SPSS 26.0软件对临床数据和影像特征进行了统计学分析。符合正态分布的计量资料用($\bar{x} \pm s$)来表示，而多组数据的比较则采用单因素ANOVA分析。非正态分布的数据用中位数和四分位数间距[M(P₂₅, P₇₅)]来表示，多组数据的比较则使用Kruskal-Wallis H 检验。计数资料则以病例数(%)来表示。并使用 χ^2 检验或Fisher精确检验。使用Python(3.7版)中的Pyradiomics包从原始图像中提取特征，对单因素分析中具有显著统计学差异(P<0.05)的因素进行深入研究。使用LASSO联合十折交叉验证(CV)进一步筛选特征，取得最佳Lambda值，根据最佳Lambda值获得最佳的子集特征。使用LinearSVC 建立临床-影像模型，并利用ROC曲线、灵敏度、准确度、特异度等评估模型性能。具体流程见图3。

横坐标表示特征的比重，纵坐标表示最终保留的特征，比重越大，特征的预测效能越强。由图4可得，在影像学特征中，瘤周低信号和瘤内坏死对HCC患者MVI的预测价值最高。

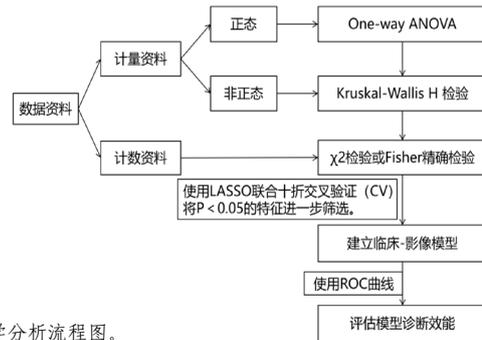


图3 统计学分析流程图。

2 结果

2.1 对常规临床资料和影像学特征的单因素分析结果 收集患者肝切除术前2周的临床资料：主要包括年龄、性别、甲胎蛋白(AFP)、乙肝表面抗原、总胆红素、天冬氨酸转氨酶、丙氨酸转氨酶、 γ -谷氨酰转氨酶、血小板、中性粒细胞、淋巴细胞以及肝硬化情况。

MVI阳性组和MVI阴性组在AFP(P=0.001)、肿瘤边界(P=0.033)、强化方式(P=0.048)、瘤内坏死(P=0.003)、瘤周低信号(P<0.001)、瘤内动脉(P<0.001)、肿瘤最大径(P<0.001)、天冬氨酸转氨酶(P=0.03)、谷氨酰转氨酶(P=0.042)和NLR(P=0.004)等方面的差异有统计学意义，在性别、年龄、瘤周强化、肝胆期相对信号强度等方面的差异无统计学意义。结果见表1。

2.2 特征筛选结果 使用LASSO联合十折交叉验证(CV)将单因素分析中有统计学意义的特征进一步筛选，取得最佳Lambda值，根据最佳lambda值获得最佳的子集特征。如图4所示，最终共保留了7个特征，AFP、NLR、肿瘤边界、瘤内动脉、瘤周低信号、瘤内坏死、强化方式。

2.3 模型建立及模型诊断效能结果 使用LinearSVC建立临床-影像模型。该预测模型在训练组中诊断MVI各级的ROC曲线下面积值分别为0.84、0.82、0.80，在测试组中，对MVI各级的ROC曲线下面积值分别为0.75、0.73、0.90(图5)。无论在测试组还是在训练组中，临床-影像模型对M0、M1、M2的预测效能均较强，灵敏度及特异度均较高(表2)。

表2 临床-影像模型对HCC患者MVI分级的诊断效能

MVI分级	AUC	灵敏度	特异度	准确度	阳性预测值	阴性预测值	
M0	训练组	0.84	0.9	0.74	0.81	0.76	0.88
	测试组	0.75	0.9	0.64	0.76	0.7	0.88
M1	训练组	0.82	0.86	0.76	0.8	0.6	0.93
	测试组	0.73	0.92	0.55	0.67	0.48	0.94
M2	训练组	0.8	0.77	0.8	0.8	0.6	0.93
	测试组	0.9	0.89	0.79	0.81	0.53	0.96

表1 肝癌患者临床特征及增强MRI影像学特征的单因素分析

组别	M0(n=46)	M1(n=28)	M2(n=22)	检验值	P值
性别[n(%)]					
女	8(17.4)	4(14.3)	5(22.7)	0.609	0.738
男	38(82.6)	24(85.7)	17(77.3)		
AFP[n(%)]					
<400	39(84.8)	15(53.6)	10(45.5)	13.409	0.001*
≥400	7(15.2)	13(46.4)	12(54.5)		
乙肝[n(%)]					
阴性	8(17.4)	5(17.9)	3(13.6)	0.191	0.909
阳性	38(82.6)	23(82.1)	19(86.4)		
肿瘤边界[n(%)]					
光滑	28(60.9)	13(46.4)	6(27.3)	6.824	0.033*
不光滑	18(39.1)	15(53.6)	16(72.7)		
强化方式[n(%)]					
典型	36(78.3)	21(75.0)	11(50.0)	6.085	0.048*
不典型	10(21.7)	7(25.0)	11(50.0)		
瘤内坏死[n(%)]					
无	23(50.0)	6(21.4)	3(13.6)	11.377	0.003*
有	23(50.0)	22(78.6)	19(86.4)		
瘤周低信号[n(%)]					
无	40(87.0)	9(32.1)	8(36.4)	27.946	<0.001*
有	6(13.0)	19(67.9)	14(63.6)		
瘤内动脉[n(%)]					
无	37(80.4)	12(42.9)	8(36.4)	16.455	<0.001*
有	9(19.6)	16(57.1)	14(63.6)		
瘤周强化[n(%)]					
无	33(71.7)	15(53.6)	16(72.7)	3.057	0.217
有	13(28.3)	13(46.4)	6(27.3)		
年龄(岁)	58.0±7	59.0±6	56.0±5.5	1.957	0.376
肿瘤最大径[n(%)]	3.0±1.1	4.3±1.7	6.7±3.6	22.805	<0.001*
肝胆期相对信号强度	1.1±0.3	1.1±0.1	1.1±0.2	1.499	0.473
丙氨酸氨基转移酶/(IU·L ⁻¹)	26.0±12.5	32.0±11.2	30.0±9.5	1.166	0.558
天冬氨酸氨基转移酶/(IU·L ⁻¹)	28.7±9	32.0±6.8	39.0±12	6.994	0.03*
血小板计数[(×10 ⁹)/L ⁻¹]	156.0±44.5	174.0±44.5	113.0±61.5	2.589	0.274
淋巴细胞绝对值	1.4±0.3	1.7±0.3	1.4±0.4	5.606	0.061
[(×10 ⁹)/L ⁻¹]					
中性粒细胞绝对值	3.1±0.8	3.3±0.7	3.3±0.9	1.967	0.374
[(×10 ⁹)/L ⁻¹]					
总胆红素/(IU·L ⁻¹)	15.2±3	15.1±4.1	17.6±5.1	1.812	0.404
γ-谷氨酰转氨酶/(IU·L ⁻¹)	30.0±16.8	46.0±24.5	61.0±92	6.349	0.042*
NLR	1.8±0.7	1.8±0.53	2.7±1.2	11.029	0.004*
PLR	100.6±25.6	97.8±28.6	113.6±39.4	1.873	0.392

注: NLR: 中性粒细胞与淋巴细胞比值; *: P<0.05。

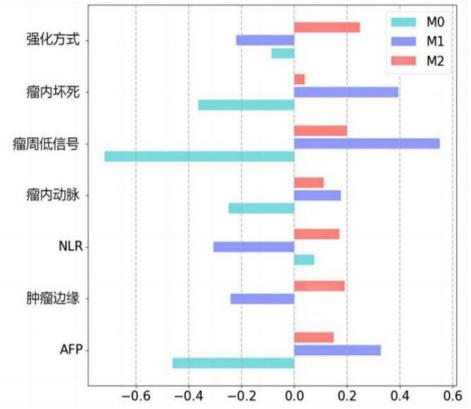


图4 各组 (M0、M1、M2) 影像学特征的比重

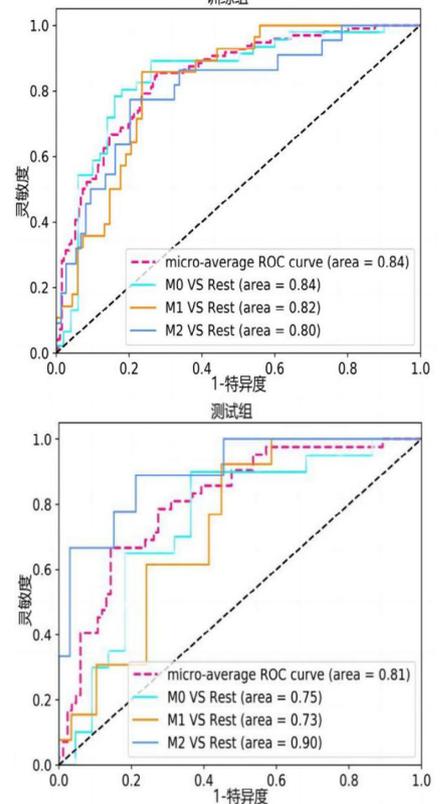


图5 训练组 (5A) 与测试组 (5B) 的ROC曲线

3 讨论

近年来, 肝癌的治疗手段日益增加, 技术也在不断精进, 如手术切除、介入、放疗、化疗等, 但手术切除仍是早中期HCC患者最主要的治疗手段, 而MVI状态是术后复发的独立预测因子^[10], 因此, 评价MVI的发生及分级有助于在早期阶段选择适当的治疗方法及预后评估。本研究回顾性分析了138例术后病理证实为HCC患者的一般临床资料、实验室指标及影像学特征, 建立临床-影像模型来无创性地预测MVI的发生与分级并评估模型的诊断效能。单因素分析结果显示, 4个临床指标和6个影像学特征与MVI的发生具有相关性, 经过进一步筛选最终保留了AFP、NLR、肿瘤边界、强化方式、瘤内坏死、瘤周低信号、瘤内动脉这7个特征。

3.1 一般临床资料与MVI的相关性 有研究^[11]证实AFP与NLR的升高是MVI发生的独立危险因素, 与本研究结论一致。AFP是肝癌常见的血清肿瘤标志物, 在原发性肝癌的诊断和预后评估中应用广泛。当患者外周血中嗜中性粒细胞的比例增加或淋巴细胞比例降

低时NLR升高, 反映机体处于炎症以及免疫系统失衡的状态。而炎症环境中的促炎因子可通过影响肿瘤微环境引起微血管浸润^[11]。

3.2 影像学特征与MVI的相关性 在影像学特征中, 瘤周低信号和瘤内坏死预测价值最高。Yang Y^[12]等人通过建立结合肿瘤内和肿瘤周围影像学模型提出瘤内坏死、瘤内动脉和瘤周低信号与MVI具有相关性。赵^[13]等人同样证实了瘤内坏死的发生与MVI有关, 当肿瘤的恶性程度越高时, 其生长速度越快, 当肿瘤内部的血供不足时, 容易发生缺血、坏死。

一项Meta分析^[14]的数据和张^[15]等人的研究表明, 肝胆期瘤周的低信号和肿瘤边缘的不光滑有助于术前对HCC病人MVI的预测, 我们的研究结果与其相符合, 在Huang M^[16]等采用单因素回归Logistic分析中, 肝胆期瘤周低信号与MVI的发生具有相关性, 但在多元回归分析中则与MVI的存在无关, 研究者认为瘤周低信号和MVI的关系可能与微小门静脉分支被肿瘤血栓阻塞, 其供应

的肝细胞中造影剂摄取量减少有关。肿瘤边缘不光滑或无包膜与肿瘤细胞侵犯包膜有关^[17]。而有些学者^[18-19]认为肿瘤边缘、强化方式与MVI的发生没有相关性,这与我们的研究结果不同,肿瘤边缘出现这种情况是否与对比剂或扫描参数的不同有关还需要进一步探讨,而强化方式的研究结果不同可能与样本量小、选择性偏倚有关,患者严重的门静脉高压或肝功能障碍可导致对比剂延迟摄取,出现不典型强化。下一步我们将探究门静脉高压或肝功能障碍的HCC患者对于Gd-EOB-DTPA对比剂摄取情况的影响,HCC患者强化方式与MVI的相关性仍需更多的研究数据支持。

本研究表明,该临床-影像模型在训练组M0、M1、M2的诊断效能ROC曲线下面积(AUC)值分别是0.84、0.82、0.80,对微血管浸润(MVI)的发生及危险程度级别的预测能力均表现良好(见图6A),其中,瘤内坏死、瘤周低信号、AFP对微血管浸润的发生(M0)、中危微血管浸润(M1)的预测能力较强(见图5)。

3.3 本文的局限性 本研究存在以下一些局限性。首先是未进行观察者之间的一致性检验,影像学特征的评判可能存在的一些主观性偏倚情况,在今后的研究中需要进一步完善;其次本研究具有样本量小带来的选择性偏倚的情况,今后可通过扩大样本量来削弱影响;最后探讨了2个实验室指标、5个影像学特征均是MVI的独立预测因素,但这些特征之间的相关性未作评估,如瘤周低信号和瘤内坏死,在今后的研究中可以进一步分析。

综上所述,本研究通过临床指标结合钆塞酸二钠增强MRI的影像特征建立的临床-影像预测模型用于术前无创性评估MVI的发生及分级是可行的,在临床上的应用有助于术前完善手术方案、术后复发风险评估及患者术后辅助诊疗方案的选择。我们也将在今后的研究中进一步完善MVI预测模型,提高其诊断效能,为临床决策提供更多的参考价值。

参考文献

- [1] World Health Organization (WHO). Global health estimates 2020: deaths by cause, age, sex, by country and by region, 2000-2019. WHO; 2020.
- [2] Llovet JM, Kelley RK, Villanueva A, et al. Hepatocellular carcinoma [J]. *Nat Rev Dis Primers*, 2021, 7(1): 6.
- [3] Lee S, Kang TW, Song KD, et al. Effect of microvascular invasion risk on early recurrence of hepatocellular carcinoma after surgery and radiofrequency ablation [J]. *Ann Surg*, 2021, 273(3): 564-571.
- [4] Forlemu AN, Nana Sede Mbakop R, Bandaru P, et al. Liver segment disposition of hepatocellular carcinoma predicts microvascular invasion [J]. *Int J Hepatol*, 2023, 2023: 5727701.
- [5] Chen J, Ming X, Wang Z, et al. Analysis of the performance of gadoteric acid disodium MRI in predicting microvascular invasion of hepatocellular carcinoma [J]. *Contrast Media Mol Imaging*, 2022, 2022: 6128845.
- [6] Zhang J, Zeng F, Jiang S, et al. Preoperative prediction model of microvascular invasion in patients with hepatocellular carcinoma [J]. *HPB (Oxford)*, 2023, 25(1): 45-53.

- [7] Xu XF, Diao YK, Zeng YY, et al. Association of severity in the grading of microvascular invasion with long-term oncological prognosis after liver resection for early-stage hepatocellular carcinoma: a multicenter retrospective cohort study from a hepatitis B virus-endemic area [J]. *Int J Surg*, 2023, 109(4): 841-849.
- [8] 刘刚, 林伟文, 何海奇, 等. 术前MRI增强扫描参数与肝细胞癌患者的肿瘤组织学分级和微血管浸润关系 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2024, 22(02): 98-101.
- [9] Sheng X, Ji Y, Ren GP, et al. Liver Cancer Pathology Group of China (LCPGC). A standardized pathological proposal for evaluating microvascular invasion of hepatocellular carcinoma: a multicenter study by LCPGC [J]. *Hepatol Int*, 2020, 14(6): 1034-1047.
- [10] Hong SB, Choi SH, Kim SY, et al. MRI features for predicting microvascular invasion of hepatocellular carcinoma: a systematic review and meta-analysis [J]. *Liver Cancer*, 2021, 10(2): 94-106.
- [11] Shi L, Qu Z, Yang Y, et al. Analysis of related risk factors of microvascular invasion in hepatocellular carcinoma [J]. *Comput Math Methods Med*, 2022, 2022: 8195512.
- [12] Yang Y, Fan W, Gu T, et al. Radiomic features of multi-ROI and Multi-Phase MRI for the Prediction of Microvascular Invasion in Solitary Hepatocellular Carcinoma [J]. *Front Oncol*, 2021, 11: 756216.
- [13] 赵江生, 金铨, 王丹丹, 等. 肝癌合并微血管侵犯的相关因素分析 [J]. *现代肿瘤医学*, 2022, 30(22): 4124-4127.
- [14] Hong SB, Choi SH, Kim SY, et al. MRI Features for Predicting Microvascular Invasion of Hepatocellular Carcinoma: A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. *Liver Cancer*, 2021, 10(2): 94-106.
- [15] 张继云, 张涛. 基于钆塞酸二钠增强MRI预测肝细胞癌微血管侵犯及术后早期复发 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2023, 21(07): 103-106.
- [16] Huang M, Liao B, Xu P, et al. Prediction of Microvascular Invasion in Hepatocellular Carcinoma: Preoperative Gd-EOB-DTPA-Dynamic Enhanced MRI and Histopathological Correlation [J]. *Contrast Media Mol Imaging*, 2018, 2018: 9674565.
- [17] 李彦龙, 张媛, 王逢茂. 术前CT征象对孤立性肝癌微血管侵犯及术后早期复发的预测分析 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2021, 19(01): 113-116.
- [18] Wei Y, Huang Z, Tang H, et al. IVIM improves preoperative assessment of microvascular invasion in HCC [J]. *Eur Radiol*, 2019, 29(10): 5403-5414.
- [19] 陈兵阳. 原发性肝癌患者的MRI影像学特征及与预后之间的关系分析 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2020, 18(12): 80-83.

(收稿日期: 2023-12-23)

(校对编辑: 江丽华)