

论 著

IVIM-DWI及多层螺旋CT与肝细胞肝癌微血管侵犯的相关性分析*

何崇保* 庞勇 唐煌
江油市中医医院(四川 绵阳 621700)

【摘要】目的 探究体素内不相干运动扩散加权成像(IVIM-DWI)多层螺旋CT(MSCT)与肝细胞肝癌(HCC)微血管侵犯(MVI)的相关性分析。方法 选取2019年12月至2022年12月本院收治HCC患者100例临床资料开展回顾性分析。所有患者均经过病理检查、VIM-DWI检查与MSCT检查。100例患者经手术病理确诊为MVI阳性38例, MVI阴性62例。比较两组IVIM-DWI、MSCT定性、定量参数分析的差异, 并通过ROC曲线分析IVIM-DWI定量参数、MSCT定量参数及联合数据对HCC存在MVI的诊断价值。结果 MVI阳性组边缘毛糙、瘤周低信号、瘤周强化、存在晕征高于MVI阴性组($P<0.05$), 肿瘤包膜低于MVI阴性组($P<0.05$)。两组D*、F比较差异无统计学意义($P>0.05$), 但MVI阳性组ADC、D低于MVI阴性组($P<0.05$)。MVI阳性组动脉期CT值低于MVI阴性组($P<0.05$), 延迟期CT值、门静脉期CT值、肿瘤大小高于MVI阴性组($P<0.05$)。ROC曲线分析显示, ADC、D、D*、f、延迟期CT值、门静脉期CT值、动脉期CT值、肿瘤大小诊断HCC存在MVI的AUC分别为0.775、0.856、0.609、0.565、0.708、0.728、0.643、0.705。MSCT参数、IVIM-DWI参数、联合数据诊断HCC存在MVI的AUC分别为0.809、0.832、0.920, 均具有较好准确性。结论 IVIM-DWI、MSCT定性、定量参数均与HCC患者MVI相关, 而IVIM-DWI、MSCT诊断MVI均具有一定价值, 且联合诊断准确性更高。

【关键词】肝细胞肝癌; 体素内不相干运动扩散加权成像; 多层螺旋CT; 微血管侵犯; 相关性

【中图分类号】R735.7

【文献标识码】A

【基金项目】2019年绵阳市卫健委课题(201976)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.01.033

Correlation Analysis of IVIM-DWI and Multilayer Spiral CT with Microvascular Invasion in Hepatocellular Hepatocellular Carcinoma*

HE Chong-bao*, PANG Yong, TANG Huang.

Jiangyou Hospital of Traditional Chinese Medicine, Mianyang 621700, Sichuan Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the correlation analysis between in voxel incoherent motion diffusion-weighted imaging (IVIM-DWI) multilayer spiral CT (MSCT) and microvascular invasion (MVI) in hepatocellular carcinoma (HCC). **Methods** The clinical data of 100 patients with HCC admitted to our hospital from December 2019 to December 2022 were selected for retrospective analysis. All patients underwent pathological examination, VIM-DWI examination and MSCT examination. 100 patients were diagnosed as MVI positive in 38 cases and MVI negative in 62 cases by surgical pathology. The differences in the analysis of qualitative and quantitative parameters of IVIM-DWI and MSCT between the two groups were compared, and the diagnostic value of quantitative parameters of IVIM-DWI, quantitative parameters of MSCT and combined data for the presence of MVI in HCC was analyzed by ROC curve. **Results** The MVI-positive group had higher marginal grossness, peritumoral low signal, peritumoral enhancement, and presence of halo sign than the MVI-negative group ($P<0.05$), and lower tumor envelope than the MVI-negative group ($P<0.05$). There was no statistically significant difference between the two groups in D* and F ($P>0.05$), but ADC and D were lower in the MVI-positive group than in the MVI-negative group ($P<0.05$). CT values in the arterial phase were lower in the MVI-positive group than in the MVI-negative group ($P<0.05$), and CT values in the delayed phase, CT values in the portal phase, and tumor size were higher than in the MVI-negative group ($P<0.05$). analysis of ROC curves showed that The AUCs of ADC, D, D*, f, delayed phase CT value, portal vein phase CT value, arterial phase CT value, and tumor size for diagnosing HCC with MVI were 0.775, 0.856, 0.609, 0.565, 0.708, 0.728, 0.643, and 0.705, respectively. MSCT parameters, IVIM-DWI parameters, and combined data for diagnosing HCC The AUCs for the presence of MVI were 0.809, 0.832, and 0.920, respectively, all with good accuracy. **Conclusion** IVIM-DWI and MSCT qualitative and quantitative parameters were correlated with MVI in HCC patients, while both IVIM-DWI and MSCT had some value in diagnosing MVI, and the combined diagnosis was more accurate.

Keywords: Hepatocellular Liver Cancer; Incoherent Motion Diffusion-weighted Imaging within Voxels; Multilayer Spiral CT; Microvascular Invasion; Correlation

原发性肝癌是一种临床最常见的恶性肿瘤, 其中肝细胞癌(hepatocellular carcinoma, HCC)是最常见的, 是癌症相关死亡的第3大原因^[1]。尽管手术切除、射频放射治疗和肝移植等均是治疗HCC有效方法, 但仍然具有很高复发率, 对患者的预后产生严重影响^[2]。根据相关研究显示, 肝癌患者肝脏部分切除后的复发率为70%^[3]。因此, HCC术后高复发率为临床困扰难题。近年来, 国内外多项研究表明, 微血管侵犯(microvascular invasion, MVI)发生在HCC血管侵犯早期阶段, 是肿瘤侵袭早期转移的标志, 也是肝癌复发的重要因素^[4]。因此, 明确MVI的存在对制定肝细胞癌的治疗方案具有重要意义。现阶段, HCC术前MVI检测的金标准是肝脏穿刺活检, 但由于其为一种侵入性检查, 患者的接受程度相对较低, 且检查结果也有一定的滞后^[5]。随着医学影像技术的发展, 各种术前微血管影像学检查方法应运而生。体素内不相干运动扩散加权成像(intravoxel incoherent motion diffusion weighted imaging, IVIM-DWI)是一种功能性非增强成像技术, 可以相对定量地评价肿瘤弥散和灌注信息, 显示肿瘤组织微循环与微结构的改变, 已被广泛用于肿瘤微环境评价, 尤其被广泛用于评价肝脏恶性病变、转移与监测治疗效果^[6]。多层螺旋计算机断层扫描(multislice helical computed tomography, MSCT)在研究中已被临床证明在MVI中存在较高的使用价值^[7]。但临床有关两者与HCC患者MVI相关的研究较少, 基于此, 本研究探讨IVIM-DWI、MSCT与HCC患者MVI的相关性分析, 结果如下。

1 资料与方法

1.1 研究资料 选取2019年12月至2022年12月本院收治HCC患者100例临床资料开展回顾性分析。

纳入标准: 患者均接受根治性切除手术治疗, 获取完整病理资料, 诊断符合《原发性肝癌诊疗规范》^[8]中相关标准, 且为单发肿瘤; 患者均在术前接受IVIM-DWI、MSCT检查, 且两项检查间隔不高于3d; 临床资料完整; 无肝内转移与远处转移; 未发现大血管癌栓。排除标准: 重要脏器功能严重不全者; 既往其他肿瘤相关手术治疗史; 既往射线治疗史; 其他恶性肿瘤史; 腹腔存在大量积液者。100例患者经手术病理确诊为MVI阳性38例, MVI阴性62例。本项研究方案已取得院伦理委员会审查批准。

1.2 方法 资料收集: 通过患者电子档案号从病例子系统中收集相关资料, 包括年龄、性别、肿瘤分化程度。

【第一作者】何崇保, 男, 副主任医师, 主要研究方向: 放射医学。E-mail: laiyou1904@163.com

【通讯作者】何崇保

相关检查：(1)IVIM-DWI检查：检查前保持空腹8~12h，使用腹部配备有8通道相控阵线圈的MRI设备(GE Discovery 750 3.0T)进行呼吸触发扫描，扫描范围从膈肌上方约2cm至肾脏下方，患者仰卧位，足先进。扫描序列包括呼吸门控冠状T₂WI(67.2ms的TE、2800ms的TR、5mm层厚、1mm层间距、38×34.2mm²的FOV、288×288的矩阵、1次奖励次数)、呼吸门控横轴脂肪抑制T₂WI(73.8ms的TE、3750ms的TR、5mm层厚、1mm层间距、36×36mm²的FOV、320×320的矩阵、3次奖励次数)、多b值IVIM成像(57.4ms的TE、3636ms的TR、5mm层厚、1mm层间距、36×36mm²的FOV、128×128的矩阵、4次奖励次数)、呼吸门控横断面T₁WI(4.9ms的TE、480ms的TR、5mm层厚、1mm层间距、36×36mm²的FOV、320×224的矩阵、1次奖励次数)、和呼吸门控断面T₂WI(89.3ms的TE、8571ms的TR、5mm层厚、1mm层间距、36×36mm²的FOV、320×224的矩阵、2次奖励次数)，其中多b值IVIM成像通过自由呼吸触发扫描，b值分别为0、10、20、50、....、1 000s/mm²，平均扫描时间为(3.56±6.57)分钟。

图像分析：在GE ADW 4.6工作站上进行图像处理和数据分析。分析工作由两位在放射诊断方面有10年以上经验的医生采用双盲法进行。测量感兴趣的区域在肿瘤的最大水平上包括尽可能多的肿瘤组织，选取其上、下各一层面勾勒病变边界，并分别测量，避免肉眼可见的周围血管和胆管，以及囊性变化、坏死、出血和伪影。(1)定性资料：肿瘤包膜指在延迟期或门脉期图像上观察到的肿瘤边缘的薄环状增强，分为无包膜和有包膜(包括不完全包膜)。肿瘤边缘指在肝胆期观察到的肿瘤边缘的平滑和不平滑。肝胆期瘤周低信号指肝胆期肿瘤周围的肝实质不规则低信号区。动脉周围肿瘤强化指动脉期的多边形或新月形强化，延伸到肿瘤轮廓以外，与肿瘤广泛接触^[9]。(2)定量资料：扩散系数(standard, ADC)、灌注分数(perfusion fraction, f)、伪灌注扩散系数(pseudo-diffusion coefficient, D*)、真实扩散系数(true diffusion coefficient, D)，每个病变的定量参数由两位医生测量三次，并以两位医生测量的平均值作为最终值。

(2)MSCT检查：检查前保持空腹4~6h，使用64排128层MSCT(Siemens Somaton Sensation)进行扫描。参数设定为120kV电压，200mA电流，0.75mm层厚，1螺距。首先，对整个肝脏进行平扫，然后以1.5mL/kg的剂量从肘部动脉注入300mgI/mL碘海醇，速率约为3mL/s。动脉扫描、门静脉扫描和延迟扫描分别在30s、60s和120s进行。由两位具有10年以上经验的影像学医生在工作站上观察CT图像，采用双盲法进行，评估肿块

大小、肿块边缘的平滑度、包膜和晕征，意见不一则相互讨论后作出诊断。光滑的肿瘤边缘是指肿瘤边缘在各个方向都有平滑的弧度；包膜是指在门脉期和延迟期有环形的、高密的、明确的肿瘤边缘，且包膜包括40%及以上的肿瘤，无包膜的环绕肿瘤面积小于40%；晕征是指在早期门脉期和晚期动脉期有带状或环状强化，在延迟期减退为等密度^[10]。肿瘤大小和CT值的测量要避免囊性改变、坏死、出血区域，并取3次测量的平均值。

病理检查诊断HCC存在MVI标准：参照《原发性肝癌规范化病理诊断指南(2015年版)》^[11]中相关标准执行病理取材与诊断MVI。MVI是指在标本的大体病理上未能看到血管内癌栓，但在显微镜下病理观察到小静脉(中央静脉或门静脉分支)癌栓。

1.3 观察指标 比较两组IVIM-DWI、MSCT定性、定量参数分析的差异；ROC曲线分析IVIM-DWI定量参数、MSCT定量参数及联合数据对HCC存在MVI的诊断价值。

1.4 统计学处理 应用SPSS 22.0进行数据分析。计数资料用(n, %)表示，行秩和检验；正态分布的计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示，组间比较分别行独立样本t检验，诊断价值评估采用ROC曲线分析；P<0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组IVIM-DWI、MSCT定性分析 结果显示，两组在性别、年龄、分化程度比较差异无统计学意义(P>0.05)，MVI阳性组边缘毛糙、瘤周低信号、瘤周强化、存在晕征高于MVI阴性组(P<0.05)，肿瘤包膜低于MVI阴性组(P<0.05)，见表1。

2.2 两组IVIM-DWI定量参数差异 结果显示，两组D*、F比较差异无统计学意义(P>0.05)，但MVI阳性组ADC、D低于MVI阴性组(P<0.05)，见表2。

2.3 两组MSCT定量参数差异 结果显示，MVI阳性组动脉期CT值低于MVI阴性组(P<0.05)，延迟期CT值、门静脉期CT值、肿瘤大小高于MVI阴性组(P<0.05)，见表3。

2.4 IVIM-DWI、MSCT及联合数据对HCC存在MVI的诊断价值 ROC曲线分析显示，ADC、D、D*、f、延迟期CT值、门静脉期CT值、动脉期CT值、肿瘤大小诊断HCC存在MVI的AUC分别为0.775、0.856、0.609、0.565、0.708、0.728、0.643、0.705。

将ADC、D、D*、f、延迟期CT值、门静脉期CT值、动脉期CT值、肿瘤大小纳入Logistic回归模型，根据回归系数统计联合数据，MSCT参数、IVIM-DWI参数、联合数据诊断HCC存在MVI的AUC分别为0.809、0.832、0.920，均具有较好准确性。见表4和图1-2。

表1 两组临床资料与IVIM-DWI、MSCT定性分析

组别		MVI阳性组(38)	MVI阴性组(62)	χ^2/t 值	P值
性别	男	28(73.68)	41(66.13)	0.629	0.428
	女	10(26.32)	21(33.87)		
年龄(岁)		62.42±9.59	61.86±8.65	0.245	0.807
分化程度	高中分化	20(52.63)	39(62.9)	1.028	0.311
	低分化	18(47.37)	23(37.1)		
IVIM-DWI、MSCT定性指标					
	边缘毛糙	31(81.58)	16(25.81)	29.42	<0.001
	瘤周低信号	25(65.79)	12(19.35)	21.793	<0.001
	肿瘤包膜	23(60.53)	50(80.65)	4.838	0.028
	瘤周强化	26(68.42)	9(14.52)	30.092	<0.001
	存在晕征	31(81.58)	32(51.61)	9.076	0.003

表2 两组IVIM-DWI定量参数差异

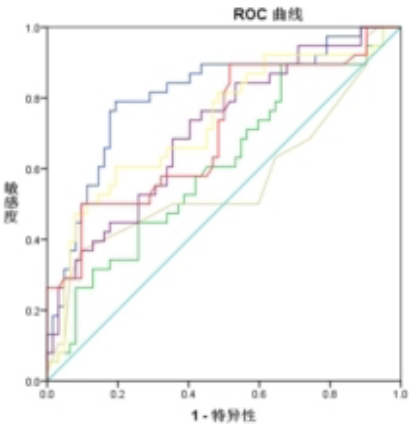
组别	ADC(10 ⁻³ mm ² /s)	D(10 ⁻³ mm ² /s)	D*(10 ⁻³ mm ² /s)	F(%)
MVI阳性组(38)	1.19±0.20	1.05±0.04	20.13±3.46	0.30±0.08
MVI阴性组(62)	1.39±0.18	1.17±0.12	18.91±3.42	0.29±0.07
t值	5.169	5.955	1.724	0.657
P值	<0.001	<0.001	0.088	0.513

表3 两组MSCT定量参数差异

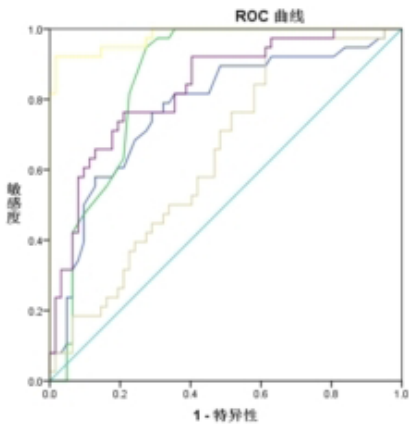
组别	延迟期CT值(Hu)	门静脉期CT值(Hu)	动脉期CT值(Hu)	肿瘤大小(cm)
MVI阳性组(38)	72.35±9.53	85.48±12.39	73.83±10.16	4.29±0.92
MVI阴性组(62)	64.45±9.90	75.55±10.76	79.13±11.47	3.57±0.81
t值	3.928	4.227	2.340	4.096
P值	<0.001	<0.001	0.021	<0.001

表4 CEUS、SWE定量参数预测中央区淋巴结转移效能分析

检验结果变量	AUC	标准误	P		渐近95%置信区间	cut-off值	约登指数	敏感度	特异度
			下限	上限					
ADC	0.775	0.05	<0.001	0.677	0.873	1.300	0.473	76.3	71.0
D	0.816	0.038	<0.001	0.781	0.93	1.095	0.673	94.7	72.6
D*	0.609	0.058	0.067	0.495	0.724	16.82	0.234	89.5	33.9
f	0.565	0.064	0.277	0.439	0.691	0.365	0.271	36.8	90.3
延迟期CT值	0.708	0.053	0.001	0.604	0.812	67.25	0.334	73.7	59.7
门静脉期CT值	0.728	0.054	<0.001	0.622	0.833	83.645	0.411	60.5	80.6
动脉期CT值	0.643	0.055	0.016	0.536	0.751	84.720	0.345	97.4	37.1
肿瘤大小	0.705	0.055	0.001	0.597	0.814	4.450	0.403	50.0	90.3
MSCT参数	0.809	0.047	<0.001	0.717	0.901	149.0443	0.595	78.9	80.6
IVIM-DWI参数	0.832	0.042	<0.001	0.750	0.913	1.4257	0.553	76.3	79.0
联合数据	0.920	0.012	<0.001	0.956	1.000	0.1307	0.905	92.1	98.4



1



2

图1 MSCT参数、D*、f、延迟期CT值、门静脉期CT值、肿瘤大小诊断MVI的ROC曲线图
图2 ADC、D、动脉期CT值、IVIM-DWI参数、联合数据诊断MVI的ROC曲线图

3 讨论

在显微镜下，由内皮覆盖的血管腔内有大量的癌细胞集团，当管腔内有不低于50个漂浮的癌细胞时，就被称为MVI^[12]。早期发现MVI可以进行更广泛的手术切除或射频消融以改善预后。然而，现阶段MVI只能由术后病理证实，而术前穿刺活检虽然准确，但却是侵入性的，而且会出现取样错误，因而需寻找有效的术前无创评估MVI方式，对精准治疗HCC特别重要^[5]。综合分析既往文献可知，MVI的宏观影像学征象可概括为^[13-15]：(1)包膜侵犯：以往的研究表明，HCC患者的包膜主要由纤维囊和薄的血管层组成，内层是分层的胶原纤维，外层是板状肝细胞，包膜外是丰富的小血管。而相关研究证明，包膜可防止肿瘤细胞侵入周围相邻的肝实质，已被证明可有效抑制肝细胞癌的侵袭潜力，而病理结果清楚地显示出包膜缺失部分的肿瘤细胞与正常肝细胞相通，肿瘤血管也与正常的肝血窦相连，使癌栓很容易侵入并浸润到组织周围的小叶动脉和中央静脉，也会增加MVI的风险。(2)肿瘤形态结节：一方面，肿瘤结节的特征与肿瘤的血供程度密切相关，如果肿瘤的血供丰富异常，则更容易表现出更大的恶性侵袭性，肿瘤病变的边缘大多不光滑，呈现多结节状改变，发生MVI的风险更高。另一方面，肿瘤结节的出现也反映了肿瘤的克隆性来源。在单克隆起源灶肿瘤的情况下，只表现为圆形或类圆形结节，而在多克隆起源灶肿瘤的情况下，结节的数量可能会显著增加，并可能出现外单结节或在肿瘤外部出现连续的多结节变化。肿瘤的克隆性起源增加肝内组织的血管侵犯的可能性。(3)晕征：晕征是一种肝实质强化，出现在门静脉早期或动脉晚期强化过程中，延迟期的肝实质加重有所减弱。相关研究表明^[15]，晕征是肝癌微血管侵犯或微卫星转移的部位，也是肿瘤静脉的引流部位。如果晕征显示出扭曲或不规则等形状，则可能提示MVI的高风险。(4)其他征象：瘤周强化是MVI的另一个高危征象，是指在MSCT或MRI动态增强扫描时，可见瘤周临近肝组织增强，而强

化程度在平衡期减少或消失。这一征象的病理基础与动脉的代偿性灌注异常有关。当肝癌有MVI时，肝组织中的微静脉被癌栓堵塞，导致肝动脉代偿性异常灌注，在MSCT和MRI图像上会表现为瘤周组织异常强化。本研究结果显示，MVI阳性组边缘毛糙、瘤周低信号、瘤周强化、存在晕征高于MVI阴性组($P<0.05$)，肿瘤包膜低于MVI阴性组。与上述具有一致性。但相关研究表明，现阶段影像学定性特征预测HCC的MVI的价值尚无一致结论^[14]。因而本研究未将上述定性指标用于预测MVI，仅作为观察指标。

IVIM-DWI可以从扩散和灌注两个方面体现肿瘤的微循环状态，并可以提供定量参数^[13]。本研究结果显示，MVI阳性组ADC、D低于MVI阴性组。分析原因在于：MVI阳性肿瘤的恶性程度更高，侵略性更强，生长速度更快，导致细胞密度更高，这限制了细胞间水分子的扩散；且更多的异质性肿瘤的核浆有更高比例，影响细胞内水分子的扩散；同时存在MVI的患者门静脉和肝静脉分支的微小癌栓也阻碍了水分子的自由扩散，因而ADC、D显著下降。但两组D*、F比较差异无显著差异，其中D*值是血液灌注反映指标，f值与肿瘤血管生成密切相关，两组之间的D*和f值没有差异，可能是由于MVI主要存在于微观的微血管中，微观的血流变化还不足以引起宏观的血流量变化^[16]。进一步做ROC曲线分析显示，ADC、D、D*、f、IVIM-DWI参数诊断HCC存在MVI的AUC分别为0.775、0.816、0.609、0.565、0.832，均具有较好准确性。

MSCT图像清晰稳定，动态增强扫描可提供动脉、静脉和延迟期的多时相图像，对检查HCC能准确地提供肿瘤的血供，检查MVI有突出优势^[17]。本研究结果显示，MVI阳性组动脉期CT值低于MVI阴性组，延迟期CT值、门静脉期CT值、肿瘤大小高于MVI阴性组。既往研究已经证实，肿瘤大小是MVI的危险因素，较大的肿瘤有更多的新生血管，肿瘤生长、侵袭和转移更快，MVI的概率更高。肿瘤增强的模式可以反映血供的特点，肝动脉和门静

脉的双重供血逐渐强化延迟期CT值和门静脉期CT值,削弱了动脉期的CT值,而MVI促进肿瘤血管释放血管生成因子,使血管肿瘤新血管血液供应更加多样化^[10]。进一步做ROC曲线分析显示,延迟期CT值、门静脉期CT值、动脉期CT值、肿瘤大小诊断HCC存在MVI的AUC分别为0.708、0.728、0.643、0.705。MSCT参数、IVIM-DWI参数诊断HCC存在MVI的AUC分别为0.809、0.832,均具有较好准确性。为探索最佳诊断HCC存在MVI的有效方式,本研究创新性将IVIM-DWI参数与MSCT参数联合诊断,联合数据AUC分别为0.920,高于单一检查方式诊断。

综上所述,IVIM-DWI、MSCT定性、定量参数均与HCC患者MVI相关,而IVIM-DWI、MSCT诊断MVI均具有一定价值,且联合诊断准确性更高。本研究不足之处为研究为单中心研究,且样本量有限,因此仍有待进一步行大样本研究验证。

参考文献

[1] Piñero F,Dirchwolf M,Pessôa MG.Biomarkers in hepatocellular carcinoma:diagnosis,prognosis and treatment response assessment[J]. Cells,2020,9(6):1370.
[2] Gilles H,Garbutt T,Landrum J.Hepatocellular carcinoma[J].Crit Care Nurs Clin North Am,2022,34(3):289-301.
[3] 王艳巧,陈传杰,张光文.乙型肝炎相关性肝癌患者肝切除术后肿瘤复发的相关因素调查[J].肝脏,2020,25(8):885-888.
[4] Jiang YQ,Cao SE,Cao S,et al.Preoperative identification of microvascular invasion in hepatocellular carcinoma by XGBoost and deep learning[J].J Cancer Res Clin Oncol,2021,147(3):821-833.

[5] 何旭昶,安文慧,赵海泉,等.肝细胞癌微血管侵犯定义和病理分级标准[J].临床肝胆病杂志,2020,36(5):1181-1184.
[6] Zhou Y,Zheng J,Yang C,et al.Application of intravoxel incoherent motion diffusion-weighted imaging in hepatocellular carcinoma[J].World J Gastroenterol,2022,21(28):3334-3345.
[7] 杜紫雷,李建莉,崔凯凯,等.术前多层螺旋计算机断层扫描对肝细胞肝癌微血管侵犯的评估价值[J].癌症进展,2020,18(8):795-798,814.
[8] 中华人民共和国卫生和计划生育委员会医政医管局.原发性肝癌诊疗规范(2017年版)[J].中华肝脏病杂志,2017,25(12):886-895.
[9] 郭端,邓得峰,吴英,等.肝细胞肝癌的IVIM-DWI多定量参数与病理的相关性研究[J].国际医学放射学杂志,2020,43(2):162-167.
[10] 刘蕾,王哲,赵静,等.多层螺旋计算机断层扫描对肝细胞肝癌微血管侵犯的预测价值[J].癌症进展,2020,18(15):1581-1584.
[11] 中国抗癌协会肝癌专业委员会,中华医学会肝病学会分会肝癌学组,中国抗癌协会病理专业委员会,等.原发性肝癌规范化病理诊断指南(2015年版)[J].中华肝脏病杂志,2015,23(5):321-327.
[12] 胡艳,陆笑非,周铁军,等.3.0TMR扩散加权成像预测肝细胞肝癌分化程度和微血管侵犯的价值[J].实用放射学杂志,2019,35(12):1948-1952.
[13] 李晓凤,庄羽翔,周新杰,等.IVIM-DWI联合Gd-EOB-DTPA增强磁共振对肝细胞癌微血管侵犯的预测价值[J].磁共振成像,2021,12(12):75-78,88.
[14] 陈俊羽,殷江浩,李侠.体素内不相干运动成像在预测肝癌微血管侵犯中的价值[J].放射学实践,2022,37(11):1396-1399.
[15] 刘连凤,苏丹柯,刘军杰,等.术前超声及多层螺旋CT诊断肝癌微血管侵犯的一致性分析[J].实用放射学杂志,2019,35(5):752-755,779.
[16] 胡明哲,胡逸人,潘鹤松,等.IVIM-DWI联合血清AFP,PIVKA-II预测肝细胞癌微血管侵犯价值研究[J].实用放射学杂志,2022,38(9):1469-1472.
[17] 孙晓彤,郑吟诗,隋愿.多层螺旋CT表现与肝癌微血管侵犯的关系[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(12):96-98,114.

(收稿日期:2023-05-10)

(校对编辑:孙晓晴)

(上接第93页)

本研究尚有一些局限性:首先,本研究样本量较小且均为本院病例,未来需要大样本多中心合作进一步验证研究结果;其次,我们的研究是基于特定的HCC患者人群,因此我们不能将结论推广到其他与HCC具有相似增强模式的肝脏病变,未来需要对更多不同的富血供肿瘤病例进行研究,以得出更广泛的结论。

总之,能谱CT相较于常规CT其定量参数更加丰富,可用以提高区分有和没有MVI的HCC。

参考文献

[1] Johnston CJC,Healey AJ.Malignant liver tumours[J].Surgery (Oxford),2020,38(8):480-486.
[2] Li W,Yen Y,Liu Y,et al.Preoperative predictors of early recurrence after resection for hepatocellular carcinoma[J].The American Journal of Surgery,2022,223(5):945-950.
[3] Filardi I,Perales SR,Ataide EC,et al.LI-RADS:analyze of 178 livers nodules,comparing image criteria and pathological findings like macro and microvascular invasion and histological grade[J].Abstract of the 12th World Congress of the International Hepato-Pancreato-Biliary Association,20-23 April 2016,São Paulo,BrazilHPB,2016,18:e561-.
[4] Renzulli M,Brocchi S,Cucchetti A,et al.Can current preoperative imaging be used to detect microvascular invasion of hepatocellular carcinoma[J].Radiology,2016,279(2):432-42.
[5] Yang C,Wang H,Sheng R,et al.Microvascular invasion in hepatocellular carcinoma:is it predictable with a new,preoperative application of diffusion-weighted imaging[J].Clin Imaging,2017,41:101-105.
[6] Ma X,Wei J,Gu D,et al.Preoperative radiomics nomogram for microvascular invasion prediction in hepatocellular carcinoma using contrast-enhanced CT[J].Eur Radiol,2019,29(7):3595-3605.
[7] 张文娟,张国晋,王丹,等.基于能谱CT基物质成像技术的骨密度测量[J].中国医学影像学杂志,2017,25(2):121-124.
[8] Yue X,Jiang Q,Hu X,et al.Quantitative dual-energy CT for evaluating hepatocellular carcinoma after transarterial chemoembolization[J].Sci Rep,2021,11(1):11127.
[9] Mahmoudi S,Bernatz S,Althoff FC,et al.Dual-energy CT based material decomposition to differentiate intrahepatic cholangiocarcinoma from hepatocellular carcinoma[J].Eur J Radiol,2022,156:110556.
[10] 郑应心,李伟,史浩,等.能谱CT最佳单能量成像结合低碘含量对比剂在肝细胞癌诊断中的初步应用[J].临床放射学杂志,2018,37(04):660-665.
[11] Kang I,Kang M,Lee JG,et al.Subclassification of microscopic vascular invasion in hepatocellular carcinoma[J].Ann Surg,2021,274(6):e1170-e1178.
[12] 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.

[13] Zheng Z,Guan R,Jianxi W,et al.Microvascular invasion in hepatocellular carcinoma:a review of its definition,clinical significance, and comprehensive management[J].J Oncol,2022,2022:9567041.
[14] Zhao H,Hua Y,Lu Z,et al.Prognostic value and preoperative predictors of microvascular invasion in solitary hepatocellular carcinoma <5cm without macrovascular invasion[J].Oncotarget,2017,8(37):61203-61214.
[15] Yamashita YI,Imai K,Yusa T,et al.Microvascular invasion of single small hepatocellular carcinoma <3cm:predictors and optimal treatments[J].Ann Gastroenterol Surg,2018,2(3):197-203.
[16] Iguchi T,Shirabe K,Aishima S,et al.New pathologic stratification of microvascular invasion in hepatocellular carcinoma:predicting prognosis after living-donor liver transplantation[J].Transplantation,2015,99(6):1236-42.
[17] Zhang H,Zhou Y,Li Y,et al.Predictive value of gamma-glutamyl transpeptidase to lymphocyte count ratio in hepatocellular carcinoma patients with microvascular invasion[J].BMC Cancer,2020,20(1):132.
[18] Lewin M,Laurent-Bellue A,Desterke C,et al.Evaluation of perfusion CT and dual-energy CT for predicting microvascular invasion of hepatocellular carcinoma[J].Abdom Radiol (NY),2022,47(6):2115-2127.
[19] Yang CB,Zhang S,Jia YJ,et al.Dual energy spectral CT imaging for the evaluation of small hepatocellular carcinoma microvascular invasion[J].Eur J Radiol,2017,95:222-227.
[20] Deng L,Tang H,Qiang J,et al.Blood supply of early lung adenocarcinomas in mice and the tumor-supplying vessel relationship:a micro-CT angiography study[J].Cancer Prev Res (Phila),2020,13(12):989-996.
[21] Gunusen I,Ozdemir OY,Gur E,et al.Blood count parameters can be useful in predicting vascular events in microvascular surgery:results of a preliminary study[J].Niger J Clin Pract,2021,24(9):1343-1349.
[22] Semaan S,Vietti Violi N,Lewis S,et al.Hepatocellular carcinoma detection in liver cirrhosis:diagnostic performance of contrast-enhanced CT vs.MRI with extracellular contrast vs.gadoxetic acid[J].Eur Radiol,2020,30(2):1020-1030.
[23] Patchett N,Furlan A,Marsh JW.Decrease in tumor enhancement on contrast-enhanced CT is associated with improved survival in patients with hepatocellular carcinoma treated with Sorafenib[J].Jpn J Clin Oncol,2016,46(9):839-44.
[24] 李建军,胡道予,汤浩,等.肝细胞肝癌CT动脉期强化特点与肿瘤病理分化关系的研究[J].放射学实践,2012,27(1):61-64.
[25] Wellenberg RH,Boomsma MF,van Osch JA,et al.Quantifying metal artefact reduction using virtual monochromatic dual-layer detector spectral CT imaging in unilateral and bilateral total hip prostheses[J].Eur J Radiol,2017,88:61-70.

(收稿日期:2023-03-13)

(校对编辑:姚丽娜)