

肝硬化合并原发性肝癌患者 CT 动态增强扫描变化及诊断价值*

邓江丽 蒋锐 杜飞舟 盛金平 伍发

(西部战区总医院放射诊断科, 四川 成都 610083)

【摘要】 目的 观察肝硬化(HC)合并原发性肝癌(PLC)患者 CT 动态增强扫描变化, 分析其诊断价值。方法 回顾性分析 2020 年 4 月—2022 年 7 月我院 125 例 HC 患者资料, 所有受试者均行病理组织学检测及 CT 动态增强扫描, 统计所有患者病灶大小及分布情况, CT 动态增强扫描动脉期、静脉期、延迟期病灶检出情况, 以病理检查为金标准, 分析 CT 动态增强扫描对 HC 患者 PLC 的诊断价值、HC 患者与 HC 并 PLC 患者血流灌注参数大小及不同肝功能 CTP 分级下血流灌注参数变化。结果 125 例 HC 患者共检出 161 个病灶, 其中直径 <1 cm 8 个, 1~3 cm 53 个, 4~5 cm 63 个, >5 cm 37 个, 肝右前叶、肝右后叶者居多, 分别为 45 及 69 个; CT 动态增强扫描动脉期检出病灶 149 个, 检出率 92.55%; 门脉期检出病灶 134 个, 检出率 83.23%; 延迟期检出病灶 142 个, 检出率 88.20%; 125 例 HC 患者中病理学检查显示 75 例 PLC 阳性, 50 例 PLC 阴性, CT 动态增强扫描检测 HC 并 PLC 的敏感度为 94.67%, 特异度为 94.00%, 准确率为 94.40%, 阳性预测值为 95.95%, 阴性预测值为 92.16%, Kappa 值为 0.884, 具有较高的一致性; HC 组 HAP、HPI 值均显著低于 HC 并 PLC 组, PVP、TLP 值均显著高于 HC 并 PLC 组 ($P < 0.05$); 125 例 HC 并 PLC 患者中 CTP A 级 41 例, CTP B 级 46 例, CTP C 级 38 例, CTP A 级 HAP、HPI 值显著低于 CTP B、C 级 ($P < 0.05$), PVP、TLP 值均显著高于 CTP B、C 级 ($P < 0.05$), CTP B 级 HPI 值与 CTP C 级比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。结论 CT 动态增强扫描可多方位多角度显示 HC 病灶情况, 且对 PLC 具有较好的诊断价值, 其中肝脏血流灌注参数具有一定的特征性, 可为 PLC 诊断和肝功能分级提供参考。

【关键词】 肝硬化; 原发性肝癌; CT 动态增强; 肝脏血流灌注

【中图分类号】 R445.3; R575.2 **【文献标志码】** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-3511.2024.04.023

Changes and diagnostic value of CT dynamic contrast-enhanced scan in patients with hepatic cirrhosis complicated with primary liver cancer

DENG Jiangli, JIANG Rui, DU Feizhou, SHENG Jinping, WU Fa

(Department of Radiodiagnosis, General Hospital of Western Warfare Zone, Chengdu 610036, China)

【Abstract】 **Objective** To observe the changes of CT dynamic contrast-enhanced scan in patients with hepatic cirrhosis (HC) complicated with primary liver cancer (PLC) and analyze its diagnostic value. **Methods** The data of 125 patients with HC in the hospital from April 2020 to July 2022 were retrospectively analyzed. All subjects underwent histopathological examination and CT dynamic contrast-enhanced scan. The size and distribution of lesions in all patients were counted, and the detection status of lesions in arterial phase, venous phase and delayed phase of CT dynamic contrast-enhanced scan were analyzed. With pathological examination as the gold standard, the diagnostic value of CT dynamic contrast-enhanced scan on PLC in patients with HC, blood perfusion parameters of patients with HC and patients with HC and PLC and the changes of blood perfusion parameters under different liver functions were analyzed. **Results** A total of 161 lesions were detected among 125 patients with HC, of which 8 were <1 cm in diameter, 53 were 1–3 cm, 63 were 4–5 cm and 37 were >5 cm. Most of the lesions were located in the liver right anterior lobe (45 lesions) and liver right posterior lobe (69 lesions). 149 lesions were detected by CT dynamic contrast-enhanced scan in arterial phase, with a detection rate of 92.55%. 134 lesions were detected in portal phase, with a detection rate of

基金项目: 四川省卫生和计划生育委员会科研课题(18PJ151)

通讯作者: 蒋锐, E-mail: 969816220@qq.com

引用本文: 邓江丽, 蒋锐, 杜飞舟, 等. 肝硬化合并原发性肝癌患者 CT 动态增强扫描变化及诊断价值[J]. 西部医学, 2024, 36(4): 589-593. DOI:

10.3969/j.issn.1672-3511.2024.04.023

83.23%。142 例病灶在延迟期检出,检出率为 88.20%。在 125 例 HC 患者中,75 例为 PLC 阳性,50 例为 PLC 阴性,经病理学检查。CT 动态增强扫描在检测 HC 伴 PLC 的敏感性、特异性、准确率、阳性预测值和阴性预测值分别为 94.67%、94.00%、94.40%、95.95% 和 92.16%,其 Kappa 值为 0.884,显示了高度的一致性。HC 组 HAP 和 HPI 显著低于 HC 伴 PLC 组,而 PVP 和 TLP 显著高于 HC 伴 PLC 组 ($P < 0.05$)。在 125 例 HC 伴 PLC 患者中,41 例为 CTP Ⅰ级,46 例为 CTP Ⅱ级,38 例为 CTP Ⅲ级。CTP Ⅰ级 HAP 和 HPI 显著低于 CTP Ⅱ级和 CTP Ⅲ级 ($P < 0.05$),PVP 和 TLP 显著高于 CTP Ⅱ级和 CTP Ⅲ级 ($P < 0.05$),CTP Ⅱ级和 CTP Ⅲ级 HPI 无显著差异 ($P > 0.05$)。结论 CT 动态增强扫描可显示多方向、多角度的 HC 病灶,对 PLC 具有较好的诊断价值。肝脏血流灌注参数具有一定的特征性,可为 PLC 诊断及肝功能分级提供参考。

【Key words】 Hepatic cirrhosis; Primary liver cancer; CT dynamic contrast-enhanced scan; Liver blood perfusion

肝硬化 (Hepatic cirrhosis, HC) 是临床上较为常见的慢性进行性肝病,以肝损伤、纤维化为主要临床表现^[1-2]。原发性肝癌 (Primary carcinoma of liver, PLC) 为发生于肝细胞、胆管细胞的一种恶性肿瘤,早期症状不明显,晚期会出现肝功能损害、门脉高压、继发感染、消化道出血等症状,加重患者死亡风险。临床研究发现,HC 是 PLC 发病的危险因素之一,肝硬化、纤维化是肝癌动态发展阶段之一^[3-4]。目前临床上治疗 PLC 预后不甚理想,治疗效果与治疗开始阶段密切相关,因而做好早期临床筛查十分必要^[5]。CT 是临床上肝脏检查的重要手段之一,具有操作简单、分辨率高、普适性强等特点,CT 动态增强扫描还可依据数字模型分析肝脏形态、血流灌注特点,对病灶大小、位置等检测指标诊断准确性较高,但其对肝脏早期癌变的诊断价值仍需进一步探究^[6-7]。基于此,本研究拟通过分析我院 HC 并 PLC 患者临床资料,探究 CT 动态增强扫描对 PLC 的临床检测效果,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2020 年 4 月—2022 年 7 月我院 125 例 HC 患者资料。纳入标准:①符合 2019 版《肝硬化诊治指南》^[8] 及 2017 版《中国原发性肝癌诊断和治疗指南》^[9] 中相关诊断标准。②入组前未经药物、手术治疗。③无 CT 动态增强扫描检测禁忌症或甲亢。④临床资料完整。排除标准:①病毒性肝炎、遗传性肝病、代谢性肝病等其他肝病。②合并严重肾、脾、心、脑等脏器功能障碍者,精神性疾病患者。③门静脉栓塞或海绵样病变者。其中男性 72 例,女性 53 例;年龄 31~66 岁,平均 (48.72 ± 8.75) 岁;病程 3~16 年,平均 (9.75 ± 3.28) 年。HC 组 50 例,HC 并 PLC 组 75 例。

1.2 方法 CT 动态增强扫描:患者检查前 6 h 禁食,

患者呈仰卧位,采用 64 层螺旋 CT (飞利浦,荷兰,型号:Brilliance) 平扫肝脏区域,参数设置:管电压 120 kV,管电流 300 mA,螺间距 0.98,层厚 5 mm,而后以 3 mL/s 的速度静脉注射对比剂 (碘海醇),分别在注射后 30、60、120 s 后进行动脉期、静脉期、延迟期全肝增强扫描,完成扫描后将数据传送至工作站。图像分析:由我院影像科 2 名副主任医师及以上水平专家对 CT 动态增强扫描图像进行评估,确定病灶位置、大小及数目、血流灌注指标及对 PLC 的检出情况,并与临床病理检测结果进行对比,意见相左时由两人共同商议判断决定。

1.3 观察指标 ①病灶大小及分布情况:统计所有患者病理检查结果,包括病灶直径、位置分布情况。②统计 CT 动态增强扫描动脉期、静脉期、延迟期病灶检出情况。③诊断价值分析:以病理检查为金标准,统计所有 HC 患者 PLC 发病情况,对比 CT 动态增强扫描诊断结果,分析 CT 动态增强扫描诊断 PLC 的价值。④比较 HC 组和 HC 并 PLC 组患者 CT 动态增强扫描血流灌注参数肝动脉灌注量 (HAP)、肝动脉灌注指数 (HPI)、门静脉灌注量 (PVP)、总肝灌注量 (TLP) 大小。⑤比较不同肝功能分级的患者动脉灌注参数大小,肝功能分级参照 Child-Turcotte-Pugh (CTP)^[10] 评分评估。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 25.0 统计学软件进行统计分析,计量资料以 ($\bar{x} \pm s$) 表示,行 t 检验,计数资料以 (%) 表示,采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 HC 患者的病灶大小及分布情况 125 例 HC 患者共检出 161 个病灶,其中直径 < 1 cm 8 个,1~3 cm 53 个,4~5 cm 63 个, > 5 cm 37 个,肝右前叶、肝右后叶者居多,分别为 45 及 69 个,见表 1。

表 1 HC 患者的病灶大小及分布情况(n)

Table 1 Focus size and distribution of HC patients

病灶直径 (cm)	数目	肝左外叶	肝左内叶	肝右前叶	肝右后叶
<1	8	0	1	3	4
1~3	53	3	12	15	23
4~5	63	8	10	19	26
>5	37	4	9	8	16
合计	161	15	32	45	69

2.2 HC 患者 CT 动态增强扫描各期病灶检出情况

CT 动态增强扫描动脉期检出病灶 149(143+6)个, 检出率 92.55%; 门脉期检出病灶 134(122+12)个, 检出率 83.23%; 延迟期检出病灶 142(133+9)个, 检出率 88.20%, 见表 2。

表 2 HC 患者 CT 动态增强扫描各期病灶检出情况

Table 2 Detection of lesions in each phase of dynamic enhanced CT scanning in patients with HC

检查方法	时期	低密度 (个)	等密度 (个)	高密度 (个)	检出率 (%)
CT 检测	动脉期	6	12	143	92.55(149/161)
	门脉期	122	27	12	83.23(134/161)
	延迟期	133	19	9	88.20(142/161)

表 4 两组患者肝脏血流灌注参数比较($\bar{x} \pm s$)

Table 4 Comparison of liver blood flow perfusion parameters between the two groups

组别	n	HAP[mL/(min·mL)]	HPI(%)	PVP[mL/(min·mL)]	TLP[mL/(min·mL)]
HC 组	50	12.41±2.44	72.62±7.69	57.36±6.83	18.53±3.73
HC 并 PLC 组	75	15.93±3.12	77.51±8.44	54.21±6.22	16.11±2.84
t		6.721	3.293	2.667	4.111
P		<0.001	0.001	0.009	<0.001

2.5 不同 CTP 分级的 HC 患者肝脏血流灌注参数比较 125 例 HC 并 PLC 患者中 CTP A 级 41 例, CTP B 级 46 例, CTP C 级 38 例, CTP A 级 HAP、HPI 值显著低于 CTP B、C 级($P < 0.05$), PVP、TLP 值均显

2.3 CT 动态增强扫描诊断 HC 并 PLC 的价值分析

125 例 HC 患者中病理学检查显示 75 例 PLC 阳性, 50 例 PLC 阴性, CT 动态增强扫描检测 PLC 阳性 74 例, PLC 阴性 51 例, 检测敏感度为 94.67%(71/75), 特异度为 94.00%(47/50), 准确率为 94.40%(118/125), 阳性预测值为 95.95%(71/74), 阴性预测值为 92.16%(47/51), Kappa 值为 0.884, 具有较高的一致性(Kappa 值>0.75), 见表 3。

表 3 CT 动态增强扫描诊断 HC 并 PLC 的价值分析

Table 3 Analysis of the value of dynamic enhanced CT scanning in diagnosing HC and PLC

检测方式	病理结果		合计
	PLC 阳性	PLC 阴性	
CT 动态增强扫 PLC 阳性	71	3	74
PLC 阴性	4	47	51
合计	75	50	125

2.4 两组患者肝脏血流灌注参数比较 HC 组

HAP、HPI 值均显著低于 HC 并 PLC 组, PVP、TLP 值均显著高于 HC 并 PLC 组($P < 0.05$), 见表 4。

著高于 CTP B、C 级($P < 0.05$), CTP B 级 HPI 值与 CTP C 级比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$), 见表 5。

表 5 不同 CTP 分级的 HC 患者肝脏血流灌注参数比较($\bar{x} \pm s$)

Table 5 Comparison of liver blood flow perfusion parameters between the two groups

疾病分期	n	HAP[mL/(min·mL)]	HPI(%)	PVP[mL/(min·mL)]	TLP[mL/(min·mL)]
CTP A 级	41	12.02±2.87	72.13±8.13	58.37±5.69	18.89±3.12
CTP B 级	46	15.23±2.46 ^①	76.32±7.22 ^①	54.69±5.33 ^①	16.11±2.46 ^①
CTP C 级	38	16.36±2.51 ^①	78.32±7.34 ^①	53.28±5.83 ^①	16.30±2.51 ^①
t		29.816	6.974	8.838	13.683
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注: 与 CTP A 级比较, ① $P < 0.05$ 。

2.6 典型病例图 患者男 52 岁, 乙肝、肝硬化病史 15 年以上, 病理检测为右肝肝细胞癌(巨块型), 见图 1。

3 讨论

肝癌是由长期肝损伤病变进展而致的一种恶性肿瘤, 临床发病率较高, 早期症状较为隐匿, 临床表现与肝硬化相似, 且部分肝癌患者由肝硬化进展形成,

因而临床诊断早期癌变较为困难^[11-13]。肝癌恶性较强, 形成过程较为复杂, 发展至中后期可累及多器官损伤; 我国为肝癌发病率较高的国家之一, 肝癌治疗仍是目前临床上棘手的任务之一, 因而加大早期肝癌的筛查并尽早采取治疗对降低患者临床治疗负担、改善预后具有积极意义^[14-15]。

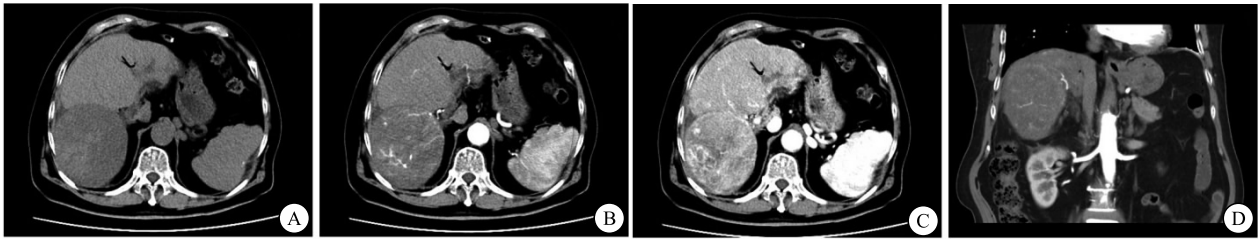


图 1 肝硬化伴肝癌患者 CT 动态增强扫图片

Figure 1 Dynamic enhanced CT scan of patients with liver cirrhosis and liver cancer

注: A. 腹部 CT 平扫轴位, 可见肝脏体积缩小, 隔叶比例失调, 肝右叶类圆形稍低密度占位, 边界清楚, 似呈包膜样; B. 腹部 CT 增强动脉期轴位, 右肝占位主要由肝动脉供血, 动脉期快速、不均匀强化; C. 腹部 CT 增强门脉期轴位, 右肝占位不均匀强化, 强化程度迅速减低; D. 腹部 CT 增强动脉期冠状位, 右肝占位由肝动脉分支包绕供血, 周围多发侧枝血供形成, 病灶边缘突向肝包膜。

肝硬化的临床病理学表现主要包括肝细胞弥漫性坏死、结节状组织再生等, 这些病理性改变均可影响肝脏小叶结构及局部病变部位血液循环^[16]。研究发现, HC 患者再生结节与 PLC 患者的癌变结节均可对病灶血供造成影响, 鉴别结节性质是区分二者疾病性质的关键^[17]。随着病变程度加深, 肝脏内分布的病灶大小、数量均可能增加, 肝脏小叶结构改变, 局部血管分布减少且形状扭曲, 血液回流受阻, 血流动力学改变, 进而出现不同程度的门静脉高压^[18-19]。门静脉为肝脏主要供血方式, 研究发现, 门静脉高压下肝脏血流灌注降低, 因而临床上也可根据肝脏血流状态评估肝脏损伤情况及病变范围^[20]。研究发现, 门静脉高压程度与 HC 病情呈正相关, 其对 HC 具有较高的诊断价值^[21]。但测量门静脉压力为有创性检查, 临床普适性较差, 而血流灌注与门静脉高压形成相关, 可通过监测患者血流灌注情况评估肝脏病变^[22]。正常肝脏组织以肝门静脉供血为主, 但肝癌组织则以肝动脉供血为主, 随着病灶组织增加, 肝脏小叶形态变化加重, 组织内血液微循环障碍加深, 血流阻力增加, 导致肝门静脉血流灌注降低, 肝门动脉血流灌注增加, 通过血行转移、气管浸润等方式进一步促进癌细胞的增殖、扩散^[23]。

CT 是目前临床检测肝脏病变应用较为广泛的方法之一, 具有扫描快、成像清晰、安全等特点, 但常规 CT 对微小病灶的检测能力有限, CT 多期动态增强扫描成像通过静脉注射对比剂进行血流动态监测, 图像分辨率更高、成像速度更快, 对局部病灶内血流灌注情况显示更为直观、确切^[24-25]。与正常肝脏组织相比, 肝硬化、癌变组织 CT 动态增强扫描下动脉期明显强化, 呈现明显高信号状态, 正常肝组织为未强化、弱强化状态; 门脉期肝实质强化值达到最高值, 而病灶信号多呈现低信号或等信号状态; 延迟期病灶信号降低, 呈“快进快出”特点。除检测病灶信号强弱外, 还可借助血流参数分析肝脏组织血流灌注情况, 进而侧

面分析患者疾病严重程度^[26]。

本研究病理检测显示, 125 例 HC 患者共检出 161 个病灶, 其中直径 < 1 cm 8 个, 1~3 cm 53 个, 4~5 cm 63 个, > 5 cm 37 个, 病灶位置以肝右前叶、肝右后叶者分布居多, 分别为 45 及 69 个, 病灶直径以 1~3 cm、4~5 cm 分布较多, 分别为 53 个和 63 个。各期 CT 动态增强扫描显示, 动脉期、门脉期、延迟期分别呈现高密度、低密度、低密度信号, 符合临床特点。动脉期检出 149 个, 漏检 12 个, 检出率为 92.55%; 门脉期检出 134 个, 漏检 27 个, 检出率为 83.23%; 延迟期检出 142 个, 漏检 19 个, 检出率为 88.20%, 以上数据显示静脉期病灶检出率较高, 门脉期检出率较低, 这可能与对比剂注射后扫描时间控制不佳有关, 不同患者血流速度有所差异, 临床上应适放宽长各期检测时间。对 HC 患者 PLC 病变的诊断中, 临床病理学检查显示, 75 例 PLC 阳性, 50 例为 PLC 阴性, CT 动态增强扫描检测 PLC 的敏感度为 94.67%, 特异度为 94.00%, 准确率为 94.40%, Kappa 值高达 0.884, 与病理检测具有较高的一致性。

正常状态下, 肝脏的双重供血系统可使肝脏血流量在一定程度上保持动态稳定, 而当肝脏组织发生硬化病变时, 肝脏结构呈现纤维化, 微循环发生改变, 从而使得肝脏血流阻力升高, PVP 降低, HAP、HPI 升高, 而长期病变引起的肝脏血流灌注代偿作用并不足以弥补 PVP 降低量, 因此 TLP 呈现下降趋势^[27-29]。本研究结果显示, 与 HC 组相比, HC 并 PLC 组 HAP、HPI 均显著升高, PVP、TLP 均显著降低, 提示, 肝脏病变加重可降低肝脏血流灌注水平。进一步对所有患者进行肝功能分级比较显示, 随着 CTP 分级增加患者 HAP、HPI 值均呈递增趋势, PVP、TLP 值均呈递减趋势, 提示肝硬化病情加重可加重组织缺血, 这可能与硬化结节压迫鼻窦有关, 在硬化结节的压迫下, 肝脏血流阻力增加, 故而整体灌注水平降低^[30-31]。

4 结论

CT 动态增强扫描可多方位多角度显示 HC 病灶情况,且对 PLC 具有较好的诊断价值,其中肝脏血流灌注参数具有一定的特征性,可为 PLC 诊断和肝功能分级提供参考。

【参考文献】

- [1] BUTTERWORTH R F. Ammonia Removal by Metabolic Scavengers for the Prevention and Treatment of Hepatic Encephalopathy in Cirrhosis[J]. *Drugs R D*, 2021, 21(2): 123-132.
- [2] TATSUMI R, SUII H, YAMAGUCHI M, *et al.* Efficacy of Switching from Kanamycin Sulfate to Rifaximin in Patients with Hepatic Cirrhosis[J]. *Intern Med*, 2021, 60(10): 1501-1507.
- [3] OGASAWARA S, CHOO S P, LI J T, *et al.* Evolving Treatment of Advanced Hepatocellular Carcinoma in the Asia-Pacific Region: A Review and Multidisciplinary Expert Opinion[J]. *Cancers (Basel)*, 2021, 13(11): 2626.
- [4] 徐蓉,华忠.肝硬化并发原发性肝癌的流行病学特征、危险因素及预防干预对策研究[J].*中西医结合肝病杂志*,2020,30(4): 357-359,366.
- [5] 莫庆荣,翁俊,李淑群,等.不同肝血流阻断方式肝切除手术对原发性肝癌合并肝硬化患者肝功能及肠黏膜屏障的影响[J].*现代生物医学进展*,2020,20(16):3164-3167.
- [6] 秦秀.螺旋 CT 三期增强扫描对原发性肝癌合并门静脉癌栓的诊断价值[J].*中国 CT 和 MRI 杂志*,2020,18(3):24-26.
- [7] PATEL M, TANN M, LIANGPUNSAKUL S. CT-scan Based Liver and Spleen Volume Measurement as a Prognostic Indicator for Patients with Cirrhosis[J]. *Am J Med Sci*, 2021, 362(3): 252-259.
- [8] 中华医学会肝病学会.肝硬化诊治指南[J].*中华肝脏病杂志*, 2019,27(11):846-865.
- [9] ZHOU J, SUN H C, WANG Z, *et al.* Guidelines for Diagnosis and Treatment of Primary Liver Cancer in China (2017 Edition) [J]. *Liver Cancer*, 2018,7(3): 235-260.
- [10] 高艳颖,张旭,李凤慧,等.不同 Child-Pugh 分级肝硬化患者糖化白蛋白的测定及其应用价值[J].*临床肝胆病杂志*,2022,38(2): 347-351.
- [11] MARASCO G, COLECCHIA A, COLLI A, *et al.* Role of liver and spleen stiffness in predicting the recurrence of hepatocellular carcinoma after resection[J]. *J Hepatol*, 2019, 70(3): 440-448.
- [12] LI H. Angiogenesis in the progression from liver fibrosis to cirrhosis and hepatocellular carcinoma[J]. *Expert Rev Gastroenterol Hepatol*, 2021, 15(3): 217-233.
- [13] 王洁,杨建波,桂林,等.原发性肝癌诊断常用血清学标志物的研究进展[J].*西南医科大学学报*,2021,44(1):96-99.
- [14] 卢毅,胡智明,张成武,等.腹腔镜循肝静脉和肝后下腔静脉平面右半肝切除治疗原发性肝癌的临床疗效研究[J].*中华普通外科杂志*,2022,37(1):57-59.
- [15] 江杰,胡宗强,陈刚,等.原发性肝癌转化治疗研究进展[J].*临床肝胆病杂志*,2020,36(8):1870-1873.
- [16] ZHANG J, SHEN H, XU J, *et al.* Liver-Targeted siRNA Lipid Nanoparticles Treat Hepatic Cirrhosis by Dual Antifibrotic and Anti-inflammatory Activities[J]. *ACS Nano*, 2020, 14(5): 6305-6322.
- [17] 徐捷,黄艳丽,冯念,等.超声造影鉴别诊断原发性小肝癌和肝硬化再生结节的价值[J].*东南国防医药*,2021,23(1):78-80.
- [18] 陈亮,段海峰,余红星.SMI,CDFI 和增强 CT 检查 TACE 治疗的原发性肝癌患者癌组织血供显像效果比较[J].*实用肝脏病杂志*,2020,23(1):90-93.
- [19] 马小琳,谭翔文,蔡浦玉,等.原发性肝癌超声造影表现及其分化程度的关系[J].*中西医结合肝病杂志*,2021,31(2):169-171.
- [20] PONS M, AUGUSTIN S, SCHEINER B, *et al.* Noninvasive Diagnosis of Portal Hypertension in Patients With Compensated Advanced Chronic Liver Disease[J]. *Am J Gastroenterol*, 2021, 116(4): 723-732.
- [21] 张智林,周惠惠,张君,等.二维剪切波弹性成像技术鉴别特发性门静脉高压与肝硬化门静脉高压的价值[J].*中国超声医学杂志*,2021,37(9):1017-1021.
- [22] 师彦敏,孙金锋,王春华,等.CT 灌注成像对肝硬化门静脉高压继发食管下段侧支循环变化的诊断价值[J].*北京医学*,2021,43(10):1029-1031.
- [23] 张晨影,王新文,范凯,等.能谱 CT 平扫对原发性肝癌及肝血管瘤鉴别诊断的价值[J].*实用放射学杂志*,2020,36(9):1426-1429.
- [24] 杨波,李树平,张慧,等.320 排容积 CT 评估原发性肝癌供血动脉的临床应用[J].*介入放射学杂志*,2021,30(12):1270-1275.
- [25] 张仕勇,明兵,兰茜琳,等.基于上腹部 CT 动态容积灌注扫描行动脉、门静脉及肾静脉三维融合成像[J].*中国医学影像技术*, 2022,38(2):238-242.
- [26] 刘羽,李杨健.多层螺旋 CT 扫描结合血清 AFP 检测对原发性肝癌的诊断价值探讨[J].*中国 CT 和 MRI 杂志*,2019,17(8):96-99.
- [27] 何焱,杨龙,袁建军,等.原发性肝癌超声造影血流灌注参数与肿瘤分化程度及微血管生成的关系[J].*中国医学影像技术*,2021, 37(8):1177-1181.
- [28] 李真真,耿云平,任悠悠,等.CT 灌注成像观察原发性肝癌 TACE 术后血供状态对预后的评估价值[J].*肝脏*,2021,26(11): 1268-1271,1275.
- [29] 吴水天.CT 增强扫描在评估原发性肝细胞肝癌 TACE 术后疗效中的应用[J].*中国 CT 和 MRI 杂志*,2022,20(3):91-93.
- [30] 于巍伟,于卫永,刘坤,等.MRI 多期动态对比增强灌注参数与原发性肝癌患者微血管密度、病理分级的关联[J].*中西医结合肝病杂志*,2021,31(2):161-164.
- [31] 孙文杰,高知玲,高雨佳,等.基于多层螺旋 CT 全肝灌注成像小肝癌射频消融术后早期血流状态变化的定量评价[J].*中华肝脏病杂志*,2020,28(6):488-493.

(收稿日期:2022-12-15;修回日期:2023-11-05;编辑:黎仕娟)