

## 论 著

## CT灌注成像对乙肝肝硬化并发食管胃底静脉曲张破裂出血患者预后的预测价值\*

李渭征\* 范炜 常燕  
王冬伟 高瑞娟石河子大学第一附属医院影像中心  
(新疆 石河子 832002)

**【摘要】目的** 探讨计算机断层扫描(CT)灌注成像对乙肝肝硬化并发食管胃底静脉曲张破裂出血(EGVB)患者预后的预测价值。**方法** 选取2022年1月至2023年12月乙肝肝硬化并发EGVB患者107例,随访3个月,根据预后情况(是否出现再出血、死亡)分为(71例)与预后不良组(36例)。比较两组CT灌注成像参数[血管渗透性(PMB)、血容量(BV)、血流量(BF)、峰值时间(TTP)、平均通过时间(MTT)],分析各参数与出血量及预后的关系,评价各参数对预后的预测价值。**结果** 预后不良组PMB高于预后良好组, BV、BF低于预后良好组, TTP、MTT长于预后良好组( $P < 0.05$ );出血量 $\geq 500$  mL患者PMB高于出血量 $< 500$  mL患者, BV、BF低于出血量 $< 500$  mL患者, TTP、MTT长于出血量 $< 500$  mL患者( $P < 0.05$ );经Pearson相关性分析, PMB、TTP、MTT与出血量呈正相关, BV、BF与出血量呈负相关( $P < 0.05$ );危险度分析, PMB、TTP、MTT高值提示乙肝肝硬化并发EGVB预后不良风险增加3.830倍、4.468倍、4.907倍, BV、BF低值提示乙肝肝硬化并发EGVB预后不良风险增加4.296倍、5.932倍( $P < 0.05$ );ROC分析显示, PMB、BV、BF、TTP、MTT联合预测乙肝肝硬化并发EGVB预后的AUC为0.935, 敏感度为88.89%, 特异度为85.92%, 预测价值明显优于各参数单独预测( $P < 0.05$ )。**结论** CT灌注成像参数均与乙肝肝硬化患者并发EGVB出血量存在密切相关性, 联合应用对乙肝肝硬化患者并发EGVB预后具有较高预测价值, 可为临床评估预后提供参考, 并指导临床决策。

**【关键词】** 乙肝肝硬化;  
食管胃底静脉曲张破裂出血;  
计算机断层扫描灌注成像; 出血量;  
预后; 预测价值

**【中图分类号】** R657.3+1

**【文献标识码】** A

**【基金项目】** 新疆维吾尔自治区自然科学基金资助项目(2022D01C1290)

**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2026.02.030

## Prognostic Value of CT Perfusion Imaging in Patients with Hepatocirrhosis Complicated with Esophageal Variceal Hemorrhage\*

LI Wei-zheng\*, FAN Wei, CHANG Yan, WANG Dong-wei, GAO Rui-juan.

Image Center, the First Affiliated Hospital of Shihezi University, Shihezi 832002, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

## ABSTRACT

**Objective** To investigate the prognostic value of computed tomography (CT) perfusion imaging in patients with liver cirrhosis complicated with esophagogastric variceal hemorrhage (EGVB). **Methods** A total of 107 patients with hepatitis B cirrhosis complicated with EGVB were selected from January 2022 to December 2023, followed up for 3 months, and divided into 71 patients and 36 patients with poor prognosis according to the prognosis (whether there was rebleeding or death). CT perfusion imaging parameters (vascular permeability (PMB), blood volume (BV), blood flow (BF), peak time (TTP), mean time to pass (MTT)) of the two groups were compared to analyze the relationship between each parameter and blood loss and prognosis, and evaluate the predictive value of each parameter on prognosis. **Results** PMB in poor prognosis group was higher than that in good prognosis group, BV and BF were lower than that in good prognosis group, TTP and MTT were higher than that in good prognosis group ( $P < 0.05$ ). In patients with  $\geq 500$  mL blood loss, PMB was higher than that with  $< 500$  mL blood loss, BV and BF were lower than that with  $< 500$  mL blood loss, and TTP and MTT were longer than that with  $< 500$  mL blood loss ( $P < 0.05$ ). By Pearson correlation analysis, PMB, TTP and MTT were positively correlated with blood loss, while BV and BF were negatively correlated with blood loss ( $P < 0.05$ ). Risk analysis showed that high values of PMB, TTP and MTT suggested a 3.830-fold, 4.468-fold and 4.907-fold increase in the risk of poor prognosis complicated with EGVB, while low values of BV and BF suggested a 4.296-fold and 5.932-fold increase in the risk of poor prognosis complicated with EGVB ( $P < 0.05$ ). ROC analysis showed that the AUC of PMB, BV, BF, TTP and MTT combined to predict the prognosis of liver cirrhosis complicated with EGVB was 0.935, the sensitivity was 88.89%, and the specificity was 85.92%, which was significantly better than the prediction value of each parameter alone ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** CT perfusion imaging parameters are closely related to the amount of EGVB blood loss in patients with hepatitis B cirrhosis, and the combined application of CT perfusion imaging has a high predictive value for the prognosis of patients with hepatitis B cirrhosis with EGVB, which can provide a reference for clinical prognosis assessment and guide clinical decision-making.

**Keywords:** Hepatitis B Cirrhosis; Esophageal and Gastric Varices Rupture Bleeding; Computed Tomography Perfusion Imaging; the Amount of Blood Loss; Prognosis; Predictive Value

各种慢性肝病晚期阶段均可发展至肝硬化,其年发病率约为100/10万(全球范围内),具有起病隐匿、病程进展缓慢等特点,通常存在较多并发症,目前我国肝硬化常见病因以乙肝病毒感染为主<sup>[1-3]</sup>。食管胃底静脉曲张破裂出血(EGVB)为乙肝肝硬化患者疾病晚期的常见并发症,EGVB可引发患者出现大量出血,促使其有效循环血供迅速降低,引发肝肾综合征,严重威胁患者生命安全<sup>[4-6]</sup>。目前,临床常采用内镜检查诊断EGVB,但其仅能对食管、胃黏膜层静脉曲张进行观察,且检查过程较为复杂,存在一定创伤性,无法在临床广泛推广。因此,无创、准确并及时诊断乙肝肝硬化患者是否存在EGVB,辅助判断出血情况,制定个性化干预方案,以缓解病情、改善预后,是目前临床亟待解决的难题及热点研究课题。计算机断层扫描(CT)灌注成像可实现无创、准确对组织微循环血流动力学改变进行量化,可实现诊断、鉴别早期病变<sup>[7-8]</sup>。目前,临床研究多集中于CT灌注成像在乙肝肝硬化患者并发EGVB中的诊断价值,关于其在乙肝肝硬化患者并发EGVB患者出血量及预后中的相关研究尚不多见,故本研究对此开展尝试性探讨,以期临床工作提供参考。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取2022年1月至2023年12月乙肝肝硬化并发EGVB患者107例,随访3个月,根据预后情况(是否出现再出血、死亡)分为预后良好组(71例)与预后不良组(36例)。预后良好组:男、女占比为43:28,年龄24~73(48.26 $\pm$ 11.98)岁,47例存在腹水,24例无腹水。预后不良组:男、女占比为22:14,年龄25~74(49.03 $\pm$ 11.46)岁,30例存在腹水,6例无腹水。两组基线资料均衡可比( $P > 0.05$ )。

**纳入标准:** (1)均为首次EGVB; (2)符合乙肝肝硬化、EGVB相关诊断标准<sup>[9-10]</sup>; (3)存在活动性出血; (4)局部存在陈旧性血液; (5)近30天内无消化道出血史; (6)所有患者或家属均签署知情同意书; (7)生命体征平稳。排除标准: (1)存在自身免疫性疾病; (2)非肝硬化性门静脉高压; (3)合并血液系统疾病; (4)心、肺、肾等重要脏器存在严重功能性障碍; (5)哺乳期、妊娠期女性; (6)存在脾脏切除术史; (7)存在肝脏恶性肿瘤者。本研究经石河子大学第一附属医院医学伦理委员会批准。

【第一作者】李渭征,男,副主任医师,主要研究方向:CT、普放。E-mail: tjfrdnrb@163.com

【通讯作者】李渭征

## 1.2 方法

**1.2.1 CT灌注成像检查方法** 所有受试者均于入院当日使用SOMATOM FORCE 64排CT进行检查。嘱受试者检查前4 h禁食，并在CT灌注检查前饮用500 mL水扩张胃腔、补充水容量。首先对食管中下段行非增强扫描，扫描范围：主动脉弓~贲门下5 cm；扫描参数：准直器宽度0.625 mm×64，螺距0.6，管电压、管电流分别为100 kV、100 mA，层厚5 mm。灌注扫描位置：贲门上5 mm处食管管壁；使用高压注射器经肘正中静脉团注50 mL非离子型碘对比剂碘帕醇 320 mgI/mL，注射速率5.0 mL/s，注射完成后7 s开始扫描，扫描参数：层厚5 mm，准直器宽度0.625 mm×64，管电压、管电流分别为100 kV、100 mA，机架转速(0.3 s/360°)，连续扫描40 s。扫描完成后，进行1 mm重建，并发送到工作站(SIEMENS Syngo.Via)。

**1.2.2 图像后处理** 分别由2位5年以上诊断经验的医师使用工作站VE 4.0 VPCTBody灌注软件分析数据。于食管下段壁较厚无明显血管区域划定感兴趣区(ROI)，勾画时包括尽量多的食管壁组织。灌注软件自动计算ROI内组织灌注参数：血管渗透性(PMB)、血容量(BV)、血流量(BF)、峰值时间(TTP)和平均通过时间(MTT)等。每位医师测量3次，结果取平均值为最终数值。当2位医师测量结果差异<20%时，最终结果取2位医师的平均值；差异>20%时，由第3位10年以上诊断经验的医师对灌注参数再次测量，并做出最终判断。

**1.3 观察指标** (1)比较两组CT灌注成像参数；(2)比较不同出血量患者CT灌注成像参数；(3)分析CT灌注成像参数与出血量的相关性；(4)分析CT灌注成像参数对预后的预测价值；(5)分析CT灌注成像参数与预后的关系；(6)分析CT灌注成像参数联合预测价值。

**1.4 统计学分析** 应用SPSS 26.0软件行统计学分析，应用Shapiro-Wilk进行正态性检验，对符合正态分布的计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示，采用独立样本t检验，采用受试者工作特征曲线(ROC)分析CT灌注参数对乙型肝炎肝硬化患者并发EGVB预后的预测价值，采用Pearson相关系数分析相关性，以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组CT灌注成像参数** 预后不良组PMB高于预后良好组，BV、BF低于预后良好组，TTP、MTT长于预后良好组( $P < 0.05$ )，见表1。不同预后典型病例CT灌注成像影像学表现见图1、2。

表1 两组CT灌注成像参数比较

CT灌注成像参数	预后不良组 (n=36)	预后良好组 (n=71)	t	P
PMB[mL/(100 g·min)]	48.63±8.02	41.59±6.44	4.911	0.000
BV(mL/100 g)	7.02±0.73	7.86±0.81	5.235	0.000
BF[mL/(100 g·min)]	17.14±2.11	19.07±2.35	4.150	0.000
TTP(s)	22.58±2.38	20.15±2.10	5.405	0.000
MTT(s)	15.12±2.02	13.33±1.76	4.727	0.000

**2.2 不同出血量患者CT灌注成像参数** 出血量≥500 mL患者PMB高于出血量<500 mL患者，BV、BF低于出血量<500 mL患者，TTP、MTT长于出血量<500 mL患者( $P < 0.05$ )，见表2。不同出血量典型病例CT灌注成像影像学表现见图3、4。

**2.3 CT灌注成像参数与出血量的相关性** Pearson相关性分析，PMB、TTP、MTT与出血量呈正相关，BV、BF与出血量呈负相关( $P < 0.05$ )，见表3。

**2.4 CT灌注成像参数对预后的预测价值** 以预后不良组作为阳性样本，预后良好组作为阴性样本，ROC曲线分析，PMB、BV、BF、TTP、MTT预测乙型肝炎肝硬化并发EGVB预后的AUC为0.741、0.804、0.825、0.791、0.778，最佳截断值为44.58 mL/(100 g·min)、7.42 mL/100 g、18.22 mL/(100 g·min)、21.57 s、14.06 s，敏感度为75.00%、75.00%、80.56%、77.78%、83.33%，特异度为71.83%、76.06%、78.87%、73.24%、66.20%，见图5。

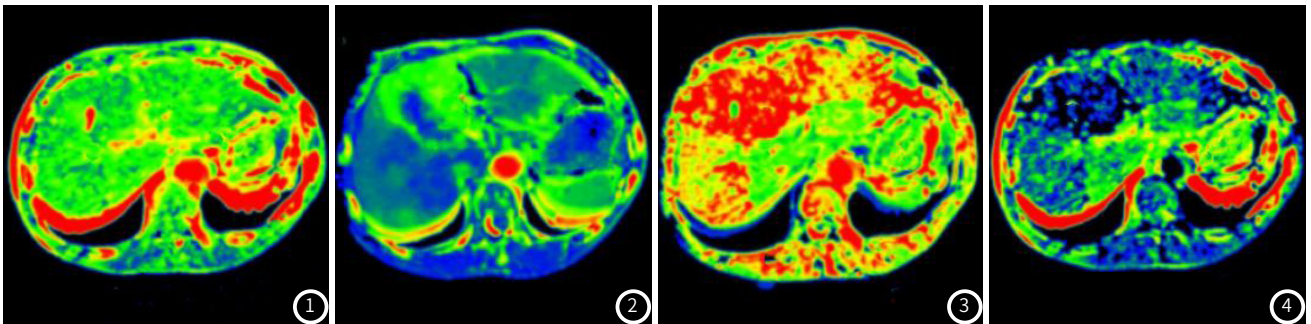


图1 预后不良组典型病例CT灌注成像影像学表现。

图2 预后良好组典型病例CT灌注成像影像学表现。

图3 出血量≥500 mL患者典型病例CT灌注成像影像学表现。图4 出血量<500 mL患者典型病例CT灌注成像影像学表现。

表2 不同出血量患者CT灌注成像参数比较

CT灌注成像参数	出血量≥500 mL患者(n=32)	出血量<500 mL患者(n=75)	t	P
PMB[mL/(100 g·min)]	48.21±7.69	42.15±6.35	4.237	0.000
BV(mL/100 g)	7.12±0.60	7.78±0.66	4.862	0.000
BF[mL/(100 g·min)]	17.32±2.03	18.89±2.17	3.491	0.001
TTP(s)	22.18±2.16	20.45±2.03	3.960	0.000
MTT(s)	14.97±1.85	13.49±1.75	3.938	0.000

表3 CT灌注成像参数与出血量的相关性

CT灌注成像参数	出血量	
	r	P
PMB	0.701	<0.001
BV	-0.623	<0.001
BF	-0.556	<0.001
TTP	0.513	<0.001
MTT	0.505	<0.001

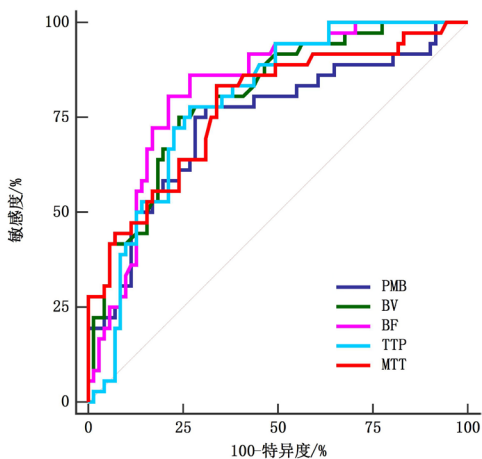
**2.5 CT灌注成像参数与预后的关系** 以ROC曲线获取的最佳截断值将PMB、BV、BF、TTP、MTT划分为低值与高值。危险度分析，PMB、TTP、MTT高值提示乙肝肝硬化并发EGVB预后不良风险增加3.830倍、4.468倍、4.907倍，BV、BF低值提示乙肝肝硬化并发EGVB预后不良风险增加4.296倍、5.932倍( $P < 0.05$ )，见表4。

**2.6 CT灌注成像参数联合预测价值** 采用SPSS软件的联合应用

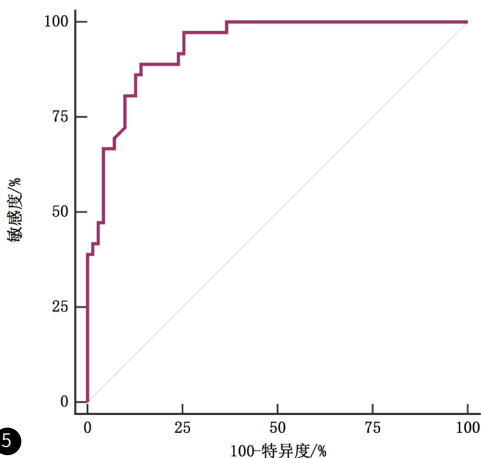
ROC理论模式，对CT灌注成像参数PMB、BV、BF、TTP、MTT进行综合回归，建立Logistic预测模型，再依据所得回归系数B，归一化加权计算并对应处理各样本资料，获取PMB、BV、BF、TTP、MTT联合预测乙肝肝硬化并发EGVB预后的AUC为0.935，敏感度为88.89%，特异度为85.92%，预测价值明显优于各参数单独预测( $P < 0.05$ )，见图6。

表4 CT灌注成像参数与预后的关系

CT灌注成像参数		预后不良组 (n=36)	预后良好组 (n=71)	RR(95%CI)	U	P
PMB	高值	27	20	3.830(1.998~7.341)	3.757	<0.001
	低值	9	51			
BV	低值	27	17	4.296(2.245~8.218)	4.131	<0.001
	高值	9	54			
BF	低值	29	15	5.932(2.859~12.310)	4.809	<0.001
	高值	7	56			
TTP	高值	28	19	4.468(2.248~8.879)	4.093	<0.001
	低值	8	52			
MTT	高值	30	24	4.907(2.226~10.817)	3.944	<0.001
	低值	6	47			



5



6

图5 CT灌注成像参数对预后的预测价值。图6 CT灌注成像参数联合预测价值。

### 3 讨论

有研究指出，门静脉高压是肝硬化EGVB的高危因素，门静脉高压者胃左静脉与食管周围静脉相通，从而形成侧支循环，形成侧支循环，将部分门脉压力升高抵消，导致门静脉内径增宽，增加EGVB发生风险<sup>[11-12]</sup>。EGVB为临床常见的乙肝肝硬化门静脉高压并发症，发病较急，病情严重者可能会因失血过多导致失血性休克，具有较高的在院病死率<sup>[13-14]</sup>。目前，多种共识提出EGVB诊断标准，但其有创操作是限制临床应用的主要因素。因此，早期评估乙肝肝硬化患者并发EGVB临床症状等情况，并指导后续治疗，对有效缓解病情、改善预后具有重要意义。

CT灌注成像可较为清晰、准确显示腹部血管及器官变化，具有空间分辨率高、重复性好、对比度清晰等优势，可较为直观、立体将门静脉与相应侧支循环结构、外观及其周围组织的关系，有利于临床诊断、治疗复杂解剖结构病例<sup>[15]</sup>。本研究结果显示，不同预后患者PMB、BV、BF、TTP、MTT值比较存在明显差异，提示CT灌注成像参数对乙肝肝硬化患者并发EGVB预后具有一定评估价值。形成肝硬化门静脉高压后，消化道静脉随着门静脉内压力增加形成门静脉高压性血管病变等一系列病理性变化<sup>[16-17]</sup>。相关研究证实，与正常人相比，门静脉高压患者胃肠道黏膜下毛细血管内皮细

胞增大, 毛细血管腔变窄<sup>[18-19]</sup>。随着门静脉压力不断升高, 对食管壁充血、黏膜下静脉阻塞性扩张具有促进作用, 引发小静脉壁通透性增加, PMB值也逐渐升高<sup>[20]</sup>。BV值下降提示小静脉结构性变化、消化道黏膜层损伤后调节局部血流能力逐渐丧失; 当食管壁充血水肿时, 黏膜下静脉迂曲扩张, 导致小静脉血管内血流速度减缓, 从而导致BF值降低(单位时间内流经食管)<sup>[21]</sup>。随着患者病情程度的不断加重, 其消化道小血管壁的通透性也更高。连杰<sup>[22]</sup>研究发现, 随着患者灌注完成时间的不断增加, TTP值不断升高, 提示其存在门静脉高压、血流受阻等因素。师彦敏等<sup>[23]</sup>研究指出, PMB是发生EGVB的危险因素, 多排螺旋CT灌注成像对EGVB发生具有一定评估价值, 与本研究结果相似。

本研究结果显示, 随着患者出血量不断增加, 其PMB值不断升高、TTP、MTT增长, 而BV、BF出现异常下降现象, 提示CT灌注成像参数与乙肝肝硬化患者EGVB出血量存在一定相关性。陈焯彬等<sup>[24]</sup>研究发现, 乙肝肝硬化患者EGVB临床表现与其预后情况存在密切相关性, 当患者出血量>500mL时, 其预后不良风险急剧上升。本研究通过进一步相关性分析发现, PMB、TTP、MTT与出血量呈正相关, BV、BF与之呈负相关( $P<0.05$ )。结果充分说明, CT灌注参数可为临床评估患者出血量大小、预测预后提供有效参考依据。分析原因: 随着患者出血量不断增加, 其小静脉结构性变化、消化道黏膜层损伤后调节局部血流能力出现严重下降, 小静脉血管内血流速度也随之降低, 其通透性不断增加, 从而导致PMB值增加、BV、BF下降, 因其灌注完成时间不断增加, 最终导致TTP、MTT值均增长。本研究通过分析CT灌注成像参数与预后的关系发现, PMB、TTP、MTT高值、BV、BF低值均可导致乙肝肝硬化并发EGVB患者预后不良风险增加。结果充分说明, 临床可通过观察患者CT灌注成像参数变化评估乙肝肝硬化并发EGVB患者预后情况。汤泽宇等<sup>[25]</sup>研究指出, CT参数对食管胃底静脉曲张破裂出血具有一定的预测价值, 与本研究观点一致。

基于上述结果, 本研究进一步绘制ROC曲线, 并将上述ECG、PVF频谱中有意义参数进行综合回归拟合, 返回联合独立检验变量, 并进行对比分析, 以获取最佳诊断方案, 这也是本研究创新性所在, 结果显示, PMB、BV、BF、TTP、MTT联合预测乙肝肝硬化并发EGVB预后的预测价值最高, 优于各参数单独预测, 可作为临床诊断疾病的新型方案。建议临床将CT灌注成像作为乙肝肝硬化患者并发EGVB常规检查方式, 可辅助判断出血量及预后效果, 对高危患者采取积极的预防及治疗措施极为重要, 值得临床大力推广应用。

综上所述, CT灌注成像参数均与乙肝肝硬化患者并发EGVB出血量存在密切相关性, 联合应用对乙肝肝硬化患者并发EGVB预后具有较高预测价值, 可为临床评估预后提供参考, 并指导临床决策。

## 参考文献

[1] Rizzo GEM, Cabibbo G, Craxi A. Hepatitis B virus-associated hepatocellular carcinoma [J]. *Viruses*, 2022, 14 (5): 986.  
 [2] 王华, 牛琰, 赵瑞敏, 等. HBV-DNA检测及血液细胞分析在肝炎性肝硬化治疗效果评价中应用 [J]. *罕少疾病杂志*, 2023, 30 (8): 53-54.  
 [3] Hsu YC, Huang DQ, Nguyen MH. Global burden of hepatitis B virus: current status, missed opportunities and a call for action [J]. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, 2023, 20 (8): 524-537.  
 [4] RB Liu, YR Sun, KW Xu, et al. A histogram model to predict the risk of bleeding from oesophageal and gastric variceal rupture in cirrhosis [J]. *J Coll Physicians Surg Pak*, 2022, 32 (5): 586-590.

[5] Luo R, Gao J, Gan W, et al. Clinical-radiomics nomogram for predicting esophagogastric variceal bleeding risk noninvasively in patients with cirrhosis [J]. *World J Gastroenterol*, 2023, 29 (6): 1076-1089.  
 [6] Fu S, Chen D, Zhang Z, et al. Predictive value of spectral computed tomography parameters in esophageal variceal rupture and bleeding in cirrhosis [J]. *Turk J Gastroenterol*, 2023, 34 (4): 339-345.  
 [7] Perik TH, van Genugten EAJ, Aarntzen EHG, et al. Quantitative CT perfusion imaging in patients with pancreatic cancer: a systematic review [J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2022, 47 (9): 3101-3117.  
 [8] Chen YS, Lin WH, Zhang AL, et al. Application of CT perfusion imaging in NSCLC and its correlation with angiogenesis and lymph node metastasis [J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2021, 25 (6): 2511-2516.  
 [9] 中华医学会感染病学分会, 中华医学会肝病学会. 慢性乙型肝炎防治指南 (2019年版) [J]. *中华肝脏病杂志*, 2019, 27 (12): 938-961.  
 [10] 中华医学会消化内镜学分会. 食管胃静脉曲张内镜下诊断和治疗规范试行方案 (2003年) [J]. *中华消化内镜杂志*, 2004, 21 (3): 149-151.  
 [11] Zhang WH, Wang YL, Chu JD, et al. Investigation report on endoscopic management of esophagogastric variceal bleeding by Chinese endoscopists [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2022, 101 (42): e31263.  
 [12] Qi WL, Wen J, Wen TF, et al. Prognosis after splenectomy plus pericardial devascularization vs transjugular intrahepatic portosystemic shunt for esophagogastric variceal bleeding [J]. *World J Gastrointest Surg*, 2023, 15 (8): 1641-1651.  
 [13] Peng JY, Zeng XY, Huang S, et al. Trends of hospitalisation among new admission inpatients with oesophagogastric variceal bleeding in cirrhosis from 2014 to 2019 in the Affiliated Hospital of Southwest Medical University: a single-centre time-series analysis [J]. *BMJ Open*, 2024, 14 (2): e074608.  
 [14] Ke Q, Yu X, Wang X, et al. Prevalence, clinical characteristics, and outcomes of spontaneous portosystemic shunt in patients with hepatitis B-related cirrhosis: a multicenter study from China [J]. *Dig Liver Dis*, 2023, 55 (10): 1382-1390.  
 [15] 郭孟珂, 杨洁. 全肝CT灌注成像血流动力学参数与肝癌患者TACE疗效的相关性分析 [J]. *罕少疾病杂志*, 2025, 32 (10): 66-68.  
 [16] Hou YX, Yu H, Zhang Q, et al. Machine learning-based model for predicting the esophagogastric variceal bleeding risk in liver cirrhosis patients [J]. *Diagn Pathol*, 2023, 18 (1): 29.  
 [17] Cao R, Lu XY, Wu YL, et al. Laparoscopic Splenectomy and Esophagogastric Devascularization Versus Endoscopic Varices Ligation Plus Laparoscopic Splenectomy in the Treatment of Portal Hypertension [J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2023, 33 (11): 1052-1057.  
 [18] Li XG, Kang N, Qi XL, et al. Artificial intelligence in the diagnosis of cirrhosis and portal hypertension [J]. *J Med Ultrason* (2001), 2022, 49 (3): 371-379.  
 [19] Gunarathe LS, Rajapaksha H, Shackel N, et al. Cirrhotic portal hypertension: From pathophysiology to novel therapeutics [J]. *World J Gastroenterol*, 2020, 26 (40): 6111-6140.  
 [20] 王宇, 褚杨. 64层螺旋CT形态学特征与CT灌注成像定量参数对肺结节良恶性的诊断价值 [J]. *山西医药杂志*, 2022, 51 (4): 390-393.  
 [21] 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.  
 [22] 连杰. 乙肝肝硬化Child-pugh分级与256层CT肝灌注参数的相关性研究 [D]. 昆明医科大学, 2015.  
 [23] 师彦敏, 孙金锋, 王春华, 等. 多层螺旋CT灌注成像在食管静脉曲张出血诊断中的应用 [J]. *河北医药*, 2022, 44 (8): 1218-1220.  
 [24] 陈焯彬, 廉承凯. 乙型肝炎肝硬化食管胃底静脉曲张破裂出血患者预后的影响因素分析 [J]. *临床医学研究与实践*, 2019, 4 (10): 58-59.  
 [25] 汤泽宇, 顾菲, 周健文, 等. CT参数联合FIB-4和血清VEGF水平预测乙型肝炎肝硬化患者并发食管静脉曲张效能分析 [J]. *实用肝脏病杂志*, 2024, 27 (4): 579-582.