

论 著

双能CT碘图评估乙肝肝硬化患者肝脏储备功能的价值研究*

龚 捷 徐晓飞 叶 勇*

宜昌市中心人民医院影像科
(湖北 宜昌 443000)

【摘要】目的 分析双能CT碘图评估乙肝肝硬化患者肝脏储备功能的价值。**方法** 选取2023年8月至2024年8月宜昌市中心人民医院收治的乙肝肝硬化患者100例为观察组,其中Child-Pugh A级68例,Child-Pugh B级20例,Child-Pugh C级12例。并选择同期临床及影像学无肝脏异常者40例为对照组。比较两组间、不同肝功能分级患者间碘值参数[动脉期肝实质碘浓度(Ia)、门静脉期肝实质碘浓度(Ip)、肝动脉碘分数(AIF)、门静脉血流碘含量(PVIC)];绘制ROC曲线分析碘值参数对Child-Pugh B+C级患者的鉴别价值;分析碘值参数与乙肝肝硬化患者肝功能分级的关系。结果 观察组Ia、AIF值高于对照组,Ip、PVIC值低于对照组,均有统计学差异($P<0.05$)。Child-Pugh A级组Ia、AIF值均低于Child-Pugh B级和C级组,且Child-Pugh B级组低于Child-Pugh C级组;Child-Pugh A级组Ip、PVIC值均高于Child-Pugh B级和C级组,且Child-Pugh B级组高于Child-Pugh C级组,均有统计学差异($P<0.05$)。ROC曲线分析显示:Ia、Ip、AIF、PVIC值鉴别Child-Pugh B+C级乙肝肝硬化患者的AUC分别为0.755、0.724、0.858、0.777;敏感度分别为0.700、0.800、0.850、0.800;特异度分别为0.794、0.706、0.794、0.882。Ia、AIF值与乙肝肝硬化患者肝功能分级均呈正相关($P<0.05$);Ip、PVIC值与乙肝肝硬化患者肝功能分级均呈负相关($P<0.05$)。**结论** 双能CT碘图定量分析获得的Ia、Ip、AIF、PVIC参数与乙肝肝硬化患者肝功能临床分级相关,在评估患者肝脏储备功能上均有良好的价值。

【关键词】 双能CT; 碘图;

乙肝肝硬化; 肝脏储备功能

【中图分类号】 R657.3+1**【文献标识码】** A**【基金项目】** 2021-2022年湖北省卫生健康科
研立项项目(WJ2021M065)**DOI:**10.3969/j.issn.1672-5131.2025.08.030

The Value of Dual Energy CT Iodine Map in Evaluating Liver Reserve Function in Patients with Hepatitis B Cirrhosis*

GONG Jie, XU Xiao-fei, YE Yong*

Imaging Department, Yichang Central People's Hospital, Yichang 443000, Hubei Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the value of dual energy CT iodine map in evaluating liver reserve function in patients with hepatitis B cirrhosis. **Methods** 100 patients with hepatitis B cirrhosis admitted to Yichang Central People's Hospital from August 2023 to August 2024 were selected as the observation group, including 68 cases of child Pugh a, 20 cases of child Pugh B, and 12 cases of child Pugh C. Meanwhile, 40 cases without liver abnormalities in clinical and imaging were selected as the control group. Iodine value parameters [hepatic parenchymal iodine concentration in arterial phase (IA), hepatic parenchymal iodine concentration in portal vein phase (IP), hepatic arterial iodine fraction (AIF), and portal venous blood flow iodine content (pvic)] were compared between the two groups and between patients with different liver function grades; ROC curve was drawn to analyze the differential value of iodine value parameters for child Pugh B+C patients; Objective to analyze the relationship between iodine value parameters and liver function classification in patients with hepatitis B cirrhosis. **Results** The values of IA and AIF in the observation group were higher than those in the control group, while the values of IP and pvic in the observation group were lower than those in the control group, with statistical differences ($P<0.05$). The values of IA and AIF in child Pugh a group were lower than those in child Pugh B and C groups, and those in child Pugh B group were lower than those in child Pugh C group; The values of IP and pvic in child Pugh class a group were higher than those in child Pugh class B and C groups, and those in child Pugh class B group were higher than those in child Pugh class C group, with statistical differences ($P<0.05$). ROC curve analysis showed that the AUC of IA, IP, AIF and pvic values in differentiating child Pugh B+C hepatitis B cirrhosis patients were 0.755, 0.724, 0.858 and 0.777, respectively; The sensitivity was 0.700, 0.800, 0.850, 0.800, respectively; The specificity was 0.794, 0.706, 0.794 and 0.882, respectively. The values of IA and AIF were positively correlated with the liver function classification of patients with hepatitis B cirrhosis ($P<0.05$); The values of IP and pvic were negatively correlated with the liver function classification of patients with hepatitis B cirrhosis ($P<0.05$). **Conclusion** The parameters of IA, IP, AIF and pvic obtained by dual energy CT iodine map quantitative analysis are related to the clinical classification of liver function in patients with hepatitis B cirrhosis, and have good value in evaluating the liver reserve function of patients.

Keywords: Dual Energy CT; Iodine Diagram; Hepatitis B Cirrhosis; Liver Reserve Function

乙型肝炎病毒持续感染会发展为肝硬化,早期肝硬化无特异性症状,多数指标也处于正常状态,临床上比较难以发现,而随着病情发展,肝组织结构变形,假小叶形成,肝血流循环异常,使部分患者出现肝性脑病、静脉曲张出血等并发症,影响患者预后^[1]。肝功能的评估对肝硬化的指导治疗有积极意义,Child-Pugh分级是临床量化评估肝硬化患者肝脏储备功能的常用标准,但系统评价的5项指标并无法全面反映肝脏储备功能,且有些指标主观因素影响较大,存在一定局限性^[2]。双能CT扫描能够通过物质分离技术对物质含量定量测定,碘图能够反映组织碘物质摄取情况,间接反映肝硬化血流动力学变化^[3]。既往研究发现^[4-5],肝硬化血流动力学改变程度与肝脏储备功能相关。故本研究用双能CT测量乙肝肝硬化患者肝脏碘浓度,分析碘值参数与Child-Pugh分级的关系,旨在探讨双能CT碘图评估肝脏储备功能的价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2023年8月至2024年8月宜昌市中心人民医院收治的乙肝肝硬化患者100例为观察组和肝无异常者40例为对照组。观察组中男性73例,女性27例;年龄25~72岁,平均(50.73±10.28)岁;对照组中男性24例,女性16例;年龄26~70岁,平均(50.44±10.13)岁。比较两组基础资料无差异($P>0.05$)。

纳入标准:观察组符合乙肝肝硬化^[6]诊断,并经影像学、活检等确诊;自愿参与研究,并签署知情同意书。排除标准:对碘对比剂过敏者;有严重心脏疾病;甲状腺功能亢进者;肝脏肿瘤或脂肪肝者;肝脏形态变异;肝内胆管结石或钙化者;临床资料不全者。

1.2 检查方法 采用佳能公司生产的双能量CT扫描仪,行动脉期、门静脉期和延迟期增强扫描。予以1.2~1.5 mL/kg的碘海醇,高压注射器以3.0~3.5 mL/s流速团注,从膈顶上方至脐上方扫描,电压为140 kVp和80 kVp,管电流为640 mA,螺距为0.984。智能监测扫描触发动脉期开始时间,腹主动脉监测感兴趣区(ROI),CT值达120 HU后5.4 s触发扫描,门静脉在动脉期扫描开始后30 s扫描。

【第一作者】 龚 捷,男,主管技师,主要研究方向:CTA成像技术及核磁共振神经系统及骨关节系统成像技术。E-mail: 270619998@qq.com**【通讯作者】** 叶 勇,男,主管技师,主要研究方向:光谱CT成像技术及核磁共振腹部成像技术。E-mail: yeyongyc@163.com

1.3 图像分析 将扫描图像上传至工作站，生成能量图，选取圆形直径1 cm左右的ROI(肝左内、外叶、右叶)，计算ROI区碘浓度，平均值代表时相内肝实质的碘浓度，包括动脉期碘浓度(Ia)、门静脉期碘浓度(Ip)，并计算肝动脉碘分数(AIF)=Ia/Ip，门静脉血流碘含量(PVIC)=Ip-Ia。

1.4 肝脏储备功能评估 根据总胆红素(<34 μmol/L计1分; 34~51 μmol/L计2分; >51 μmol/L计3分)、白蛋白(>35 g/L计1分; 28~35 g/L计2分; <28 g/L计3分)、凝血酶原延长时间(<4 s计1分; 4~6 s计2分; >6 s计3分)、肝性脑病(无计1分; 1~2期计2分; 3~4期计3分)、腹水(无计1分; 轻度计2分; 中度计3分)等5个指标评分相加评估，总分5~15分，≤6分为Child-Pugh A级，共计68例; 7~9分为Child-Pugh B级，共计20例; ≥10分为Child-Pugh C级，共计12例。

1.5 统计学方法 采用SPSS 22.0处理数据，计量资料按($\bar{x} \pm s$)表示，采用t检验; 计数资料计算构成比，采用 χ^2 检验; 绘制受试者工作特征曲线(ROC)，计算曲线下面积(AUC); 相关性分析以Sperman秩相关系数检验。以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 观察组和对照组碘值参数比较 观察组Ia、AIF值高于对照组，Ip、PVIC值低于对照组，均有统计学差异(P<0.05)。见表1。

表1 观察组和对照组碘值参数比较

组别	例数	Ia(mgl/mL)	Ip(mgl/mL)	AIF(%)	PVIC(mgl/mL)
观察组	100	0.67±0.18	1.99±0.48	33.67±7.41	1.32±0.36
对照组	40	0.52±0.10	2.58±0.57	20.16±4.28	2.06±0.49
t值		4.966	6.220	10.817	9.863
P值		0.000	0.000	0.000	0.000

2.2 不同肝功能分级患者碘值参数比较 Ia、AIF值在不同肝功能分级患者中差异显著，且Child-Pugh A级组<Child-Pugh B级<Child-Pugh C级组(均P<0.05); Ip、PVIC值不同肝功能分级患者中差异显著，且Child-Pugh A级组>Child-Pugh B级组>Child-Pugh C级组(均P<0.05)。见表2。

表2 不同肝功能分级患者碘值参数比较

组别	例数	Ia(mgl/mL)	Ip(mgl/mL)	AIF(%)	PVIC(mgl/mL)
Child-Pugh A级组	68	0.51±0.13	2.35±0.46	21.70±4.87	1.84±0.43
Child-Pugh B级组	20	0.71±0.24 ^a	2.01±0.31 ^a	35.32±5.04 ^a	1.30±0.39 ^a
Child-Pugh C级组	12	0.85±0.28 ^{ab}	1.71±0.21 ^{ab}	49.71±8.76 ^{ab}	0.86±0.22 ^{ab}
F值		24.090	15.091	156.720	37.631
P值		0.000	0.000	0.000	0.000

注：与A级组比较，^aP<0.05; 与B级组比较，^bP<0.05。

2.3 碘值参数对Child-Pugh B+C级患者的鉴别价值 ROC曲线分析显示：Ia、Ip、AIF、PVIC值鉴别Child-Pugh B+C级肝硬化患者的AUC分别为0.755、0.724、0.858、0.777; 敏感度分别为0.700、0.800、0.850、0.800; 特异度分别为0.794、0.706、0.794、0.882，均有P<0.05。见表3。ROC曲线，见图1。

2.4 碘值参数与乙肝肝硬化患者肝功能分级的关系 Ia、AIF值与乙肝肝硬化患者肝功能分级均呈正相关(P<0.05); Ip、PVIC值与乙肝肝硬化患者肝功能分级均呈负相关(P<0.05)。见表4。

2.5 病例分析 见图2~3。

表3 碘值参数对Child-Pugh B+C级患者的鉴别价值

指标	AUC	标准误	P	95% CI	最佳截断值	敏感度	特异度
Ia	0.755	0.062	0.001	0.633~0.877	0.605	0.700	0.794
Ip	0.724	0.064	0.002	0.589~0.851	2.140	0.800	0.706
AIF	0.858	0.049	0.000	0.761~0.955	25.135	0.850	0.794
PVIC	0.777	0.065	0.000	0.650~0.904	1.555	0.800	0.882

表4 碘值参数与乙肝肝硬化患者肝功能分级的关系

项目	Ia		Ip		AIF		PVIC	
	r	P	r	P	r	P	r	P
肝功能分级	0.543	0.000	-0.507	0.000	0.498	0.000	-0.512	0.000

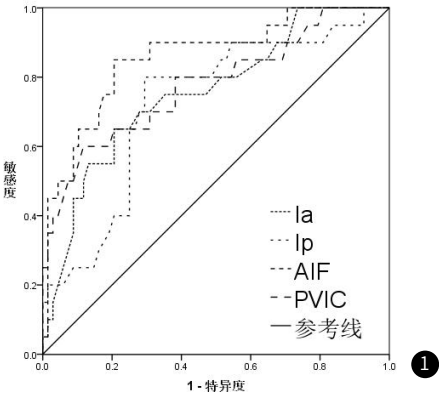


图1 碘值参数鉴别Child-Pugh B+C级患者的ROC曲线。





图2A~图2F 男性, 55岁。肝左叶见团状混杂密度影, 大小约10.9cm×7.9cm。增强扫描不均匀强化; 肝右叶可见一囊状无强化低密度影。(图2A: 动脉期; 图2B: 肝门静脉期; 图2C: 肝实质期; 图2D: 碘图; 图2E: 冠状位MIP; 图2F: 冠状位VR)

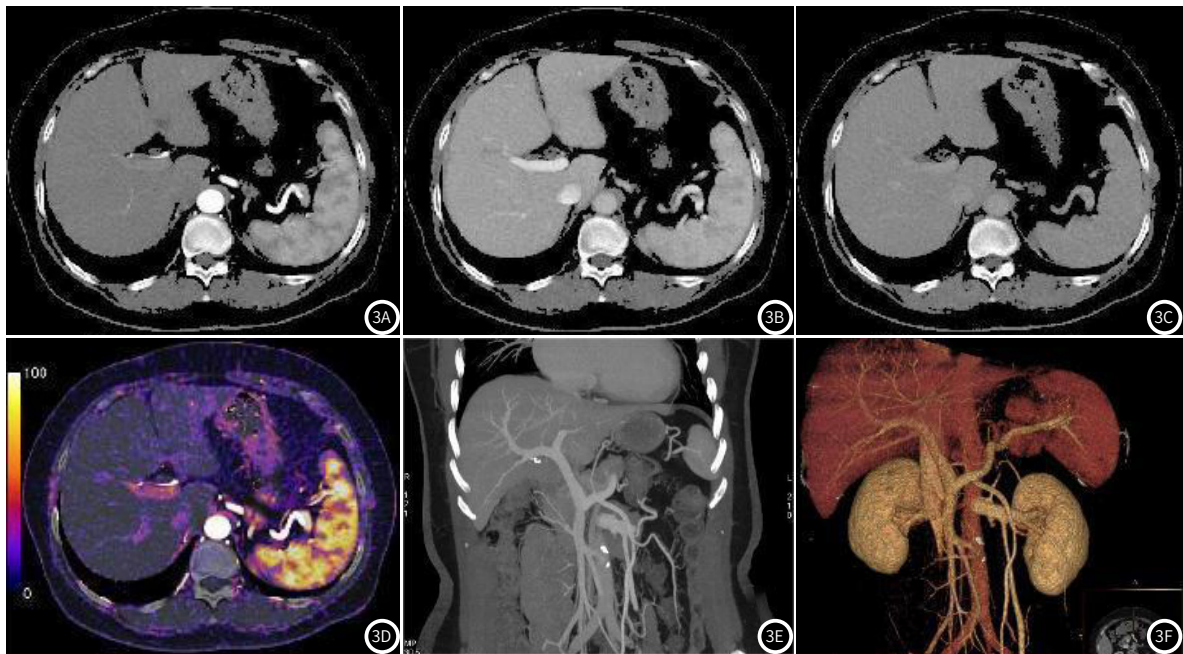


图3A~图3F 女性, 59岁。肝脏形态尚可, 部分肝右导管轻度扩张, 肝实质密度欠均, 增强扫描未见明显强化灶。(图3A: 动脉期; 图3B: 肝门静脉期; 图3C: 肝实质期; 图3D: 碘图; 图3E: 冠状位MIP; 图3F: 冠状位VR)

3 讨 论

我国慢性乙肝患者已超过3000万人, 每年因慢性乙肝相关性疾病死亡者超35万人, 而肝硬化是各种慢性肝病终末期, 准确评估肝硬化患者肝功能及肝血流改变, 可为治疗策略制定提供重要依据^[7]。双能CT可显示常规CT无法分离的组织结构, 并且扫描速度比常规CT快, 同时双能CT增强扫描能够实现碘、水物质分离, 处理后获得碘图, 反映肝细胞对碘的摄取能力, 而肝脏由肝动脉及门静脉供血, 测量二者肝实质碘浓度可反映肝脏血流灌注情况^[8-9]。肝正常功能的维持与肝血流灌注有关, 血流灌注减少可使肝功能下降, 因此肝血流改变可判断肝功能情况。

本研究中, 观察组患者Ia、AIF值高于正常对照组, Ip、PVIC值低于正常对照组, 与金良红等^[10]研究结果相符。说明肝硬化患者存在异常的肝血流灌注。双能CT增强扫描可根据血流内碘含量反映血供, 评估肝血流灌注和动力学改变, 而肝动脉有缓冲效应, 其与门静脉的末端血管交通网丰富, 抗阻性调节肝血流灌注, 即门静脉血流减少可使肝动脉血流增加, 二者呈此消彼长的现象, 以此维持血流平衡, 但肝硬化致使肝动脉短路, 门静脉血流减少时肝动脉增加血流无法弥补时, 使肝总灌注量减少, 即Ip值降低、IAIF值增高^[11-12]; 同时乙肝发展为肝硬化时, 肝细胞坏死和纤维组织增生, 假小叶形成, 门静脉变形、压力升高, 致使门静脉血流减慢和灌注减少, 导致PVIC下降^[13]。魏海云等^[14]研究发现, 乙肝肝硬化患者Ia、AIF值高于肝正常者, Ip、PVIC值低于肝正常者, 双能CT碘图参数可反映肝硬化患者肝血流动力学变

化。与本研究结果相一致。

本研究中, Ia、AIF值在不同肝功分级乙肝肝硬化患者中存在显著差异, 且Child-Pugh A级组<Child-Pugh B级组<Child-Pugh C级组; Ip、PVIC值在不同肝功能分级患者中也具有显著差异, 且Child-Pugh A级组>Child-Pugh B级组>Child-Pugh C级组, 说明随着肝脏储备功能下降, 肝硬化患者肝脏血流灌注明显改变, 碘值参数差异性显著, 双能CT碘图在评估乙肝肝硬化患者肝脏储备功能上有良好的潜在价值。与既往^[15-16]结果相似。同时经ROC曲线分析显示, Ia、Ip、AIF、PVIC值在鉴别Child-Pugh B+C级乙肝肝硬化患者上有着较高的敏感度和特异度, 评估价值较高。肝硬化作为肝纤维化终末期, 胶原纤维产生和细胞外基质沉积扩张了细胞外空间, 并与肝窦相互作用, 且与门静脉高压症有关, 而门静脉高压症代表着肝硬化进入失代偿期, 门静脉血流减少、腺苷清除减少, 使肝动脉扩张, 增加肝动脉血流量, 并且由于肝硬化后肝功能下降, 较多未灭活的活性物质进入循环, 血管扩张、阻力下降且处于高动力状态, 致使动脉血流增加^[17-18]。肝储备功能与肝血流灌注和肝实质细胞容积有关, 肝硬化后AIF、PVIC的变化可反映患者肝脏储备功能的改变, 早期肝硬化患者肝储备功能、代偿能力尚可, 因此早期肝硬化患者肝脏总血流下降不明显, 而随着病情进展门静脉血流灌注减少, 肝功能进行性恶化, 而肝动脉缓冲效应使肝动脉血管扩张以增加血供, 肝动脉供血比例增大, 在晚期肝硬化时肝动脉代偿不足, 肝总血流下降, 甚至

以肝动脉供血为主，导致PVIC显著下降和AIF显著增高^[19-20]。本研究发现，Ia、Ip、AIF、PVIC与乙肝肝硬化患者肝功能分级均呈显著相关性，可见双能CT碘图能够通过定量分析肝脏血流灌注情况，帮助评价患者肝脏储备功能情况。Child-Pugh分级长期用于肝硬化肝功能储备功能的评估中，但部分指标波动较大，且分级较窄，同一分级患者病情可能存在显著差别，影响评估准确性，无法完全满足临床肝硬化肝功能分级需要^[21]。AIF、PVIC作为评价肝动脉血流动力学改变的重要参数，可精准测量也少受人为因素影响，且AIF、PVIC能够较好反映肝血供与肝功能恶化状况，为准确评估肝硬化患者肝功能提供了重要依据。

综上，双能CT碘图获得的Ia、Ip、AIF、PVIC参数可反映肝血流灌注和动力学改变，且Ia、Ip、AIF、PVIC参数与患者肝脏储备功能分级有关，为临床评估乙肝肝硬化患者肝功能状况提供了重要依据。

参考文献

[1] 马霞霞, 张文杰, 杨晓娟, 等. 不同病因肝硬化患者临床特征及其预后影响因素分析[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23 (19): 3683-3689.

[2] 刘桐池, 鄂林宁, 武志峰. 双源CT细胞外体积分数评估肝硬化严重程度及食管静脉曲张的价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2023, 34 (5): 353-359.

[3] Laroia ST, Yadav K, Kumar S, et al. Material decomposition using iodine quantification on spectral CT for characterising nodules in the cirrhotic liver: a retrospective study[J]. Eur Radiol Exp, 2021, 5 (1): 22.

[4] 汪开允, 黄艳丽, 张倩雅. 超声肝动脉血流参数对肝硬化患者临床分期的诊断价值[J]. 中西医结合肝病杂志, 2023, 33 (8): 728-731.

[5] 李琳, 朱宏英, 杜合娟. 实时三维超声诊断肝硬化患者左心功能、门静脉血流动力学与肝功能严重程度的相关性分析[J]. 海南医学院学报, 2019, 25 (12): 944-947.

[6] 中华医学会肝病学会. 肝硬化诊治指南[J]. 临床肝胆病杂志, 2019, 35 (11): 2408-2425.

[7] 周薇薇, 黄俊, 潘发明. 慢性乙型肝炎流行病学特点和药物治疗研究进展[J]. 长春中医药大学学报, 2022, 38 (12): 1420-1424.

[8] 纪凤颖, 佟滨, 张琳焱, 等. 肝硬化CT诊断的研究进展[J]. 现代生物医学进展, 2019, 19 (7): 1395-1397.

[9] Elbanna KY, Mansoori B, Mileto A, et al. Dual-energy CT in diffuse liver disease: is there a role? [J]. Abdom Radiol (NY), 2020, 45 (11): 3413-3424.

[10] 金良红, 李兴杰, 关红博, 等. 双能量CT碘定量结合动态对比增强MRI评估肝硬化患者肝脏血流动力学和肝功能临床价值研究[J]. 实用肝脏病杂志, 2019, 22 (5): 712-715.

[11] Hong S, Kim JE, Cho JM, et al. Quantification of liver extracellular volume using dual-energy CT for ruling out high-risk varices in cirrhosis [J]. Eur J Radiol, 2022, 148: 110151.

[12] 唐永强, 石磊, 李剑, 等. 双能量CT碘图评估肝硬化血流灌注的可行性分析[J]. 中国医疗设备, 2017, 32 (11): 15-17, 27.

[13] Bak S, Kim JE, Bae K, et al. Quantification of liver extracellular volume using dual-energy CT: utility for prediction of liver-related events in cirrhosis [J]. Eur Radiol, 2020, 30 (10): 5317-5326.

[14] 魏海云, 周舟. 肝硬化患者肝脏双能CT碘图定量参数与肝脏储备功能的关系[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2023, 37 (1): 93-96.

[15] 项改生, 姜增誉, 陈文青, 等. 能谱CT在肝脏疾病中的研究新进展[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19 (7): 178-180.

[16] Bottari A, Silipigni S, Carerj ML, et al. Dual-source dual-energy CT in the evaluation of hepatic fractional extracellular space in cirrhosis [J]. Radiol Med, 2020, 125 (1): 7-14.

[17] 王瑶, 马春芬, 王国华, 等. 能谱CT在肝硬化肝功能分级中的应用价值[J]. 中国临床医学影像杂志, 2022, 33 (11): 779-783.

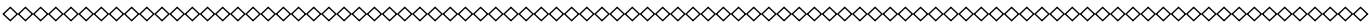
[18] Kokubo R, Saito K, Yamada T, et al. Comparison of liver fibrosis and function indices with extracellular volume using dual-energy CT: a retrospective study [J]. Curr Med Imaging, 2022, 18 (11): 1180-1185.

[19] 石桥, 谢婷婷, 袁知东, 等. 双能量CT碘定量参数评估肝硬化患者肝脏血流灌注分布及肝功能的临床价值[J]. 放射学实践, 2017, 32 (7): 734-738.

[20] Nagayama Y, Kato Y, Inoue T, et al. Liver fibrosis assessment with multiphasic dual-energy CT: diagnostic performance of iodine uptake parameters [J]. Eur Radiol, 2021, 31 (8): 5779-5790.

[21] 李丹丹, 杜燕娥, 段亮, 等. 肝硬化相关血清学指标与Child-Pugh分级的关系[J]. 重庆医科大学学报, 2019, 44 (3): 336-339.

(收稿日期: 2025-01-07) (校对编辑: 姚丽娜、韩敏求)



(上接第104页)

由此，本文进一步分析超声心动图及CTA单一及联合用于ICM伴心衰患者心功能分级评估价值。由结果显示：超声心动图及CTA单一用于ICM伴心衰患者心功能分级具有一定评估价值，以超声心动图稍优，但仍存在一定假阴性、假阳性。且行联合评估时发现准确率及Kappa值均有提升，依次为91.11%，0.751。表明超声心动图联合CTA评估ICM伴心衰患者心功能分级具有较高应用价值，但针对心功能Ⅰ级、Ⅱ级评估不够理想，原因可能与心功能损伤早期相关心功能参数并出现异常有关。

综上所述：冠状动脉CTA联合超声心衰指数用于ICM所致心衰心功能分级评估具有较高应用价值，可作普及推广。

参考文献

[1] Ko KY, Wang SY, Yen RF, et al. Clinical significance of quantitative assessment of glucose utilization in patients with ischemic cardiomyopathy [J]. J Nucl Cardiol, 2020, 27 (1): 269-279.

[2] 中国心血管健康与疾病报告编写组. 中国心血管健康与疾病报告2022概要[J]. 心脑血管病防治, 2023, 23 (7): 1-19, 24.

[3] 顾晓薇. 心衰超声指数联合血清学指标在心力衰竭患者病情评估中的应用价值[J]. 北华大学学报(自然科学版), 2022, 23 (4): 494-499.

[4] Di Bella G, Pizzino F, Donato R, et al. Advanced non-invasive imaging techniques in chronic heart failure and cardiomyopathies: focus on cardiac magnetic resonance imaging and computed tomographic [J]. Adv Exp Med Biol, 2018, 1067: 183-196.

[5] 国家老年医学中心国家老年病临床医学研究中心, 中国老年医学学会心血管病分会, 北京医学会心血管病学分会影像学组. 中国成人心力衰竭超声心动图规范化检查

专家共识[J]. 中国循环杂志, 2019, 34 (5): 422-436.

[6] Hamon M, Geindreau D, Guittet L, et al. Additional diagnostic value of new CT imaging techniques for the functional assessment of coronary artery disease: a meta-analysis [J]. Eur Radiol, 2019, 29 (6): 3044-3061.

[7] 中华医学会, 中华医学会杂志社, 中华医学会全科医学分会, 等. 稳定性冠心病基层诊疗指南(2020年) [J]. 中华全科医师杂志, 2021, 20 (3): 265-273.

[8] 中华医学会, 中华医学会杂志社, 中华医学会全科医学分会, 等. 慢性心力衰竭基层诊疗指南(2019年) [J]. 中华全科医师杂志, 2019, 18 (10): 936-947.

[9] Price S, Platz E, Cullen L, et al. Expert consensus document: echocardiography and lung ultrasonography for the assessment and management of acute heart failure [J]. Nat Rev Cardiol, 2017, 14 (7): 427-440.

[10] Pan JA, Patel AR. The role of multimodality imaging in cardiomyopathy [J]. Curr Cardiol Rep, 2024, 16.

[11] 李洪辛, 杜小岳, 张冰. 心衰超声指数评价慢性心力衰竭患者心脏功能的临床价值[J]. 医学影像学杂志, 2020, 30 (9): 1607-1610.

[12] 杨雨萍, 王可铮, 曹绍东, 等. 缺血性心肌病的多模态心血管影像学方法进展[J]. 现代生物医学进展, 2018, 18 (21): 4173-4176.

[13] 周贺民, 王赢, 张娜. 多层螺旋CT在评估冠状动脉重度狭窄患者心功能中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15 (12): 44-47.

[14] Aziz W, Claridge S, Ntulas I, et al. Emerging role of cardiac computed tomography in heart failure [J]. ESC Heart Fail, 2019, 6 (5): 909-920.

[15] Wang J, Chen HW, Fang XM, et al. Myocardial CT perfusion imaging and atherosclerotic plaque characteristics on coronary CT angiography for the identification of myocardial ischaemia [J]. Clin Radiol, 2019, 74 (10): 763-768.

(收稿日期: 2024-05-22) (校对编辑: 姚丽娜、韩敏求)