

论 著

IVIM-DWI联合MR mDixon-Quant对乙肝肝硬化患者肝功能的评估分析*

和 福¹ 王 宁¹ 周慧清¹
李昌玉² 周 涛¹ 李 莹¹
贾守强^{1,*}1.山东第一医科大学附属人民医院
(济南市人民医院)影像科2.山东第一医科大学附属人民医院
(济南市人民医院)科教科(山东 济南 271100)

【摘要】目的 探讨脾脏体素内不相干运动扩散加权成像(IVIM-DWI)联合肝脏磁共振多回波Dixon定量技术(MR mDixon-Quant)在乙肝肝硬化患者肝功能评估中的应用价值。**方法** 回顾性收集我院2023年1月至2024年5月诊治的180例乙肝肝硬化患者纳入肝硬化组,依据肝功能Child-Pugh分级将肝硬化组依次分为Child A级(n=60)、B级(n=60)、C级组(n=60);另收集同期60例健康体检者作为正常对照组。所有受检者入院时均接受脾脏IVIM-DWI及肝脏 mDixon-Quant检查,并获取相关影像参数:IVIM-DWI参数[慢速表现扩散系数(ADC_{slow})、快速表现扩散系数(ADC_{fast})、灌注分数(f)],mDixon-Quant参数[横向弛豫率(R2*)、脂肪分数图(FF)]。比较肝硬化组、对照组以及肝硬化各亚组的IVIM-DWI参数及 mDixon-Quant参数差异;绘制受试者工作特征(ROC)曲线,分析IVIM-DWI联合MR mDixon-Quant对乙肝肝硬化患者肝功能的评估价值,并以最佳阈值为分界制定二者联合评估肝功能的标准。在此基础上分析IVIM-DWI联合MR mDixon-Quant对乙肝肝硬化患者肝功能的评估价值。**结果** 肝硬化组ADC_{fast}值低于正常对照组,R2*、FF值高于对照组,差异有统计学意义(P<0.05)。Child C组ADC_{fast}值最低,R2*值最高,Child B组次之,随之为Child A组,组间比较差异有统计学意义(P<0.05),组间其他参数差异均无统计学意义(P>0.05)。绘制ROC曲线图发现,ADC_{fast}、R2*单独及联合评估乙肝肝硬化患者肝功能的AUC均≥0.7,联合评估AUC较大。依据相关参数的最佳阈值,拟定ADC_{fast}、R2*评估乙肝肝硬化患者肝功能分级标准,经Kappa一致性度量,ADC_{fast}联合R2*评估乙肝肝硬化患者肝功能分级与综合诊断结果的一致性(Kappa=0.942,P<0.001),二者联合评估诊断乙肝肝硬化患者肝功能分级的准确率为96.11%(173/180)。**结论** 乙肝肝硬化患者存在脾脏微循环障碍、肝脏铁沉积及脂肪变性;脾脏IVIM-DWI检查获取ADC_{fast}值联合肝脏MR mDixon-Quant检查获取R2*值可有效评估乙肝肝硬化患者肝功能分级。

【关键词】 乙型病毒性肝炎;肝硬化;
体素内不相干运动扩散加权成像;
多回波Dixon定量技术;肝功能

【中图分类号】R445.2;R322.4+7

【文献标识码】A

【基金项目】济南市卫生健康委员会科技
计划项目(2023-2-48);
山东省医药卫生重点学科资助项目
(鲁卫科教字[2022]3号)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.01.029

【第一作者】和 福,男,主治医师,主要研究方向:腹部影像诊断及磁共振新技术临床应用。E-mail:hefu1029@163.com

【通讯作者】贾守强,男,主任医师,主要研究方向:腹部、神经系统影像诊断及磁共振新技术临床应用。E-mail:shouqiangjiavip@126.com

Evaluation of IVIM-DWI Combined with MR mDixon-Quant on Liver Function in Patients with Hepatitis B Cirrhosis*

HE Fu¹, WANG Ning¹, ZHOU Hui-qing¹, LI Chang-yu², ZHOU Tao¹, LI Ying¹, JIA Shou-qiang^{1,*}.

1. Department of Radiology, People's Hospital Affiliated to Shandong First Medical University(Jinan City People's Hospital), Jinan 271100, Shandong Province, China

2. Department of Science and Education, People's Hospital Affiliated to Shandong First Medical University(Jinan City People's Hospital), Jinan 271100, Shandong Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the value of spleen intravoxel incoherent motion diffusion weighted imaging (IVIM-DWI) combined with liver magnetic resonance multi echo Dixon quantitative technique (MR mDixon-Quant) in the evaluation of liver function in patients with hepatitis B cirrhosis. **Methods** 180 patients with hepatitis B cirrhosis diagnosed and treated in our hospital from January 2023 to May 2024 were retrospectively collected and included in the cirrhosis group. According to the Child Pugh classification of liver function, the cirrhosis group was divided into Child A (n=60), B (n=60), and C (n=60) groups. Another 60 healthy individuals who underwent physical examinations during the same period were collected as the normal control group. All subjects underwent spleen IVIM-DWI and liver mDixon-Quant examination upon admission, and relevant imaging parameters were obtained: IVIM-DWI parameters [slow apparent diffusion coefficient (ADC_{slow}), fast apparent diffusion coefficient (ADC_{fast}), perfusion fraction (f)], mDixon-Quant parameters [lateral relaxation rate (R2*), fat fraction map (FF)]. The differences in IVIM-DWI parameters and mDixon-Quant parameters were compared among the liver cirrhosis group, control group, and various subgroups of liver cirrhosis. The ROC curve of subject was drawn to analyze the evaluation value of IVIM-DWI combined with MR mDixon-Quant on liver function of patients with hepatitis B cirrhosis, and establish the criteria for joint evaluation of liver function with the best threshold as the boundary. On this basis, the evaluation value of IVIM-DWI combined with MR mDixon-Quant on liver function in patients with hepatitis B cirrhosis was analyzed.

Results The ADC_{fast} value in the liver cirrhosis group was lower than that in the normal control group, while the R2* and FF values were higher than those in the control group, with statistical significant differences (P<0.05). The ADC_{fast} value of Child C group was the lowest, R2* value was the highest, followed by Child B group, followed by Child A group. The difference between groups was statistically significant (P<0.05), while other parameter differences between groups were not statistically significant (P>0.05). ROC curve was drawn, it was found that AUC of ADC_{fast} and R2* alone and jointly evaluated liver function of patients with hepatitis B cirrhosis was ≥ 0.7, and AUC of joint evaluation was larger. According to the best threshold of relevant parameters, the criteria for evaluating the liver function grading of hepatitis B cirrhosis patients with ADC_{fast} and R2* were formulated. Through Kappa consistency measurement, the consistency between the results of evaluating the liver function grading of hepatitis B cirrhosis patients with ADC_{fast} and R2* and the comprehensive diagnosis was strong (Kappa=0.942, P<0.001). The accuracy of the combined evaluation of ADC_{fast} and R2* in diagnosing the liver function grading of hepatitis B cirrhosis patients was 96.11% (173/180). **Conclusion** The patients with hepatitis B cirrhosis have spleen microcirculation disorder, liver iron deposition and fatty degeneration. The ADC_{fast} value obtained by spleen IVIM-DWI and R2* value obtained by liver MR mDixon-Quant can effectively evaluate the liver function grading of patients with hepatitis B cirrhosis.

Keywords: Hepatitis B Virus; Liver Cirrhosis; Intravoxel Incoherent Motion Diffusion Weighted Imaging; Multi Echo Dixon Quantitative Technology; Liver Function

乙肝肝硬化是慢性乙型肝炎长期炎症和纤维化作用结果,容易引起患者门静脉高压、脾脏增大、消化道出血等症状,严重者需终身服用抗病毒药物,期间可能出现多种器官功能障碍^[1]。准确评估乙肝肝硬化患者肝脏储备功能,对患者病情诊断、制定合理治疗方案十分重要。Child-Pugh分级是评估肝功能的主要方法,结合实验室检查、体格检查及影像学检查,利于综合评估肝功能及相关并发症情况^[2]。但Child-Pugh分级检查流程复杂,且部分检查项目受患者主观因素影响,操作过程中可能出现误差。体素内不相干运动扩散加权成像(IVIM-DWI)是MRI功能成像的一种,能定量分析活体组织内水分子扩散及微血管灌注情况,在慢性肝病评估诊断中被广泛应用^[3-4]。多回波Dixon定量(mDixon-Quant)又称改良水-脂分离技术,在定量评估肝脏、心脏等脏器铁沉积及肝脏、肿瘤脂肪含量方面有优势,常用于非酒精性脂肪性肝病患者的评估^[5-6]。本研究旨在探讨IVIM-DWI联合MR mDixon-Quant对乙肝肝硬化患者肝功能Child-Pugh分级的评估价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集2023年1月至2024年5月山东第一医科大学附属人民医院180例乙肝肝硬化患者纳入肝硬化组,并依据肝功能Child-Pugh分级^[7]将肝硬化组依次分为Child A级(n=60)、B级(n=60)、C级组(n=60);另收集同期60例健康体检者纳入正常对

照组。所有患者均签署知情同意书,本研究得到医院伦理委员会批准。各组一般资料比较($P>0.05$),有可比性,见表1。

表1 肝硬化组与对照组一般资料比较

组别	n	性别(男/女)	年龄(岁)	体重指数(kg/m ²)
Child A组	60	31/29	62.55±1.54	20.74±0.82
Child B组	60	33/27	62.23±1.61	20.68±0.85
Child C组	60	30/30	62.42±1.57	20.65±0.86
正常对照组	60	35/25	62.12±1.48	20.74±0.80
χ^2/F	-	0.989	0.628	0.177
P	-	0.804	0.535	0.838

纳入标准:乙肝肝硬化符合《慢性乙型肝炎防治指南(2015更新版)》^[8]中的诊断标准;年龄≥18岁,患者乙肝表面抗原阳性时间≥6个月;受检者入院时均接受上腹部IVIM-DWI联合MR mDixon-Quant检查;患者临床资料保存完整、无缺失。(2)排除标准:确诊为肝癌或合并其他恶性肿瘤;合并原发性凝血功能障碍或血液系统疾病;既往有肝脏、脾脏手术史;合并酒精性肝炎、药物性肝病、自身免疫性肝病。

1.2 检查方法 采用Philips Ingenia 3.0T MR扫描仪,8通道相控阵体部线圈研究对象进行上腹部MRI检查。检查前禁食6-8h。受检者取仰卧位,采用呼吸门控,扫描范围覆盖膈肌至肝下2cm。扫描序列如下:①IVIM-DWI扫描:横轴位单次激发自旋回波平面成像(SE-EPI)序列,TR=1800ms,TE=64ms,层厚5.0mm,矩阵256×256,扫描视野450cm×450mm,激励次数2,b值选用12个(0、25、50、75、100、150、200、400、600、800、1000、1200s/mm²)。②横轴位mDixon-Quant检查:TR=6.0ms,TE=1.0ms,层厚4.0mm,矩阵160×140,翻转角3°,扫描视野450cm×450mm,扫描时间16s。

1.3 图像分析与后处理 扫描完成后将IVIM-DWI原始数据传输MITK扩散软件后处理,获取IVIM-DWI双指数模型参数:慢速表现扩散系数(ADC_{slow})、快速表现扩散系数(ADC_{fast})、灌注分数(f)。随机选择3个层面,在脾脏上手动勾画感兴趣区(ROI),每个层面勾画3个,共9个,避开血管断面及伪影部位(图1)。测量ADC_{slow}、ADC_{fast}、f值并取其平均值。

将mDixon-Quant原始数据传输至Philips工作站,经工作站处理后得到mDixon-Quant参数:横向弛豫率(R2*)、脂肪分数图(FF)。在肝实质第一肝门层面的左外叶、左内叶、右前叶、右后叶处各放置1个ROI,避开囊肿、血管、胆管及伪影部位,测量4个ROI肝脏的R2*、FF并取其平均值(图2)。脾脏IVIM-DWI、肝脏mDixon-Quant图像分析由2名工作经验≥2年的放射科医师采用双盲法评估。

1.4 统计学处理 采用SPSS 25.0 统计软件对数据分析。符合正态分布的计量资料以($\bar{x} \pm s$)描述,采用独立样本t检验对肝硬化组与对照组之间IVIM-DWI、mDixon-Quant参数进行比较;不同肝功能Child分级亚组间IVIM-DWI、mDixon-Quant参数比较采用单因素方差分析(F检验);计数资料以n(%)描述,采用 χ^2 检验;对肝硬化不同肝功能分级亚组比较中有统计学意义的参数绘制受试者工作特征(ROC)曲线,得到曲线下面积(AUC),分析IVIM-DWI联合MR mDixon-Quant对乙肝肝硬化患者肝功能的评估价值;采用Kappa分析对肝功能Child分级影像诊断结果与综合诊断结果进行一致性检验(Kappa<0.4,一致性较差;0.4≤Kappa<0.75,一致性一般;Kappa≥0.75时一致性较好)。以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 肝硬化组、对照组IVIM-DWI及 mDixon-Quant参数比较 肝硬化组ADC_{fast}水平低于对照组,R2*、FF水平高于对照组(P<0.05)。组间ADC_{slow}、f比较差异无统计学意义(P>0.05)。见表2。

表2 肝硬化组、对照组IVIM-DWI及 mDixon-Quant参数比较

组别	n	ADC _{slow} (×10 ⁻³ mm ² /s)	ADC _{fast} (×10 ⁻³ mm ² /s)	f(%)	R2*(s ⁻¹)	FF(%)
肝硬化组	180	0.78±0.12	7.78±0.33	38.72±2.68	51.49±6.59	4.17±0.35
对照组	60	0.81±0.11	8.12±0.28	39.14±2.74	43.38±4.32	3.18±0.37
t	-	1.711	7.165	1.045	8.909	18.704
P	-	0.088	<0.001	0.297	<0.001	<0.001

2.2 不同肝功能Child分级亚组IVIM-DWI及 mDixon-Quant参数比较 肝功能Child C组ADC_{fast}水平最低,Child B组次之,Child A组最高,差异有统计学意义(P<0.05);Child C组R2*水平最高,Child B组次之,Child A组最低,差异有统计学意义(P<0.05);组间其他参数比较差异均无统计学意义(P>0.05)。见表3。

2.3 IVIM-DWI及 mDixon-Quant相关参数在乙肝肝硬化患者肝功能中的评估价值 将表3中ADC_{fast}、R2*作为检验变量,将肝

功能Child分级A级、B级作为状态变量(1=Child B级,0=Child A级),绘制ROC曲线(见图3);将肝功能Child分级B级、C级作为状态变量(1=Child C级,0=Child B),绘制ROC曲线(见图4)。结果显示ADC_{fast}、R2*单独及联合评估乙肝肝硬化患者肝功能Child分级的AUC均≥0.7,且以联合检测的评估诊断价值更理想。具体见表4、表5。

表3 不同肝功能Child分级亚组IVIM-DWI及mDixon-Quant参数比较

组别	n	ADC _{slow} (×10 ⁻³ mm ² /s)	ADC _{fast} (×10 ⁻³ mm ² /s)	f(%)	R2*(s ⁻¹)	FF(%)
Child A组	60	0.79±0.10	8.05±0.27	39.12±3.74	45.68±4.52	4.12±0.35
Child B组	60	0.78±0.11	7.78±0.23 ^a	38.73±2.63	51.38±4.45 ^a	4.23±0.28
Child C组	60	0.76±0.10	7.52±0.18 ^{ab}	38.21±2.78	57.41±4.64 ^{ab}	4.18±0.32
F	-	1.228	79.912	1.310	100.276	1.800
P	-	0.295	<0.001	0.272	<0.001	0.168

注:与Child A组比较,^aP<0.05;与Child B组比较,^bP<0.05。

表4 ADC_{fast}、R2*对乙型肝炎肝硬化患者肝功能Child分级B级的评估价值

项目	AUC	AUC 95% CI	标准误	P	最佳阈值	敏感度	特异性	约登指数
ADC _{fast}	0.774	0.691-0.856	0.042	<0.001	$7.955 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$	0.767	0.633	0.400
R2*	0.819	0.743-0.895	0.039	<0.001	49.995s^{-1}	0.683	0.867	0.550
联合	0.938	0.881-0.996	0.029	<0.001	-	0.667	0.933	0.600

表5 ADC_{fast}、R2*对乙型肝炎肝硬化患者肝功能Child分级C级的评估价值

项目	AUC	AUC 95% CI	标准误	P	最佳阈值	敏感度	特异性	约登指数
ADC _{fast}	0.774	0.689-0.860	0.044	<0.001	$7.650 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$	0.800	0.717	0.517
R2*	0.822	0.747-0.896	0.038	<0.001	53.065s^{-1}	0.850	0.683	0.533
联合	0.937	0.876-0.997	0.031	<0.001	-	0.933	0.667	0.600

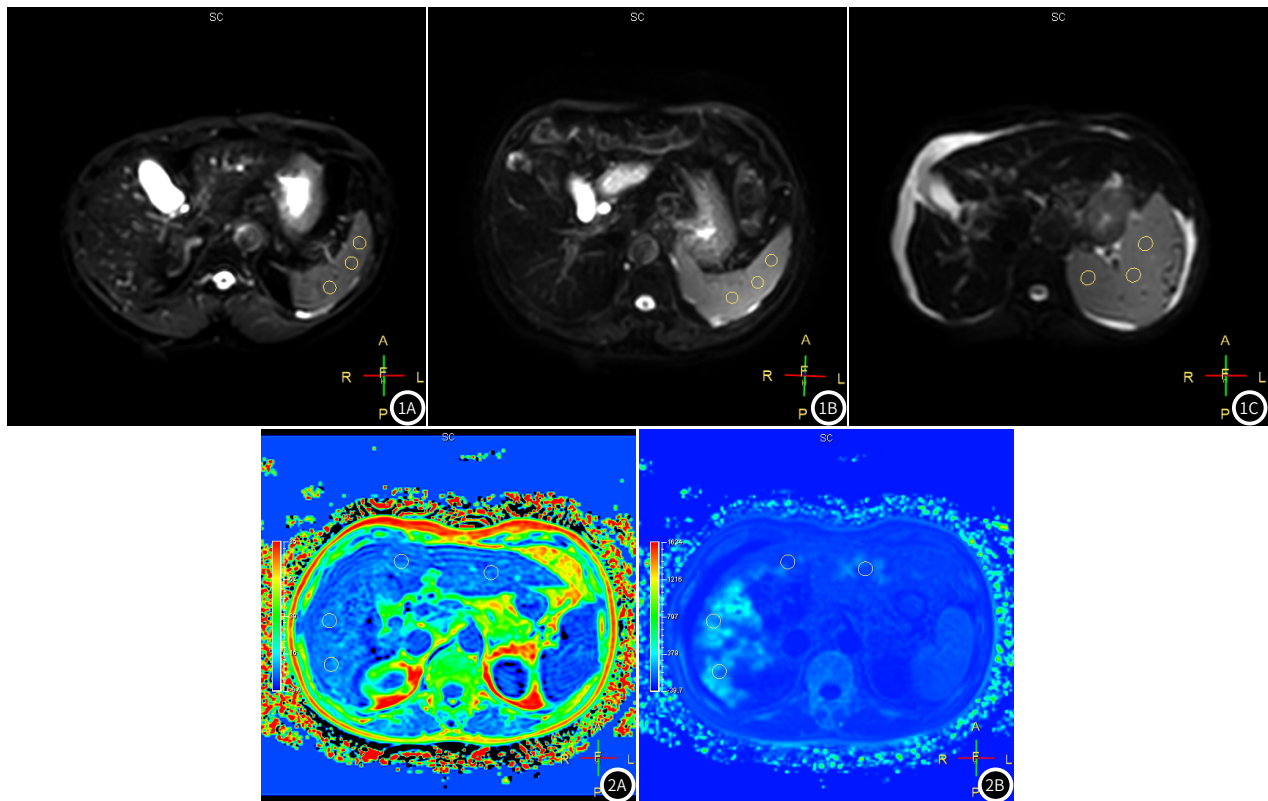


图1 肝硬化患者IVIM-DWI ($b=0 \text{s}/\text{mm}^2$) 序列图像及ROI勾画示意图。避开血管、伪影, 在脾脏实质手动勾画3个ROI。图1A: 男, 45岁, Child-Pugh A级肝硬化患者; 图1B: 男, 73岁, Child-Pugh B级肝硬化患者; 图1C: 女, 64岁, Child-Pugh C级肝硬化患者。

图2 肝硬化患者mDixon-Quant图像后处理及ROI勾画示意图。避开囊肿、血管、胆管及伪影, 于肝实质第一肝门层面在各个肝叶处手动勾画ROI。图2A: 脂肪分数伪彩图 (FF); 图2B: 横向弛豫率伪彩图 ($R2^*$)。

2.4 IVIM-DWI联合 mDixon-Quant相关参数评估乙型肝炎肝硬化患者肝功能Child分级

依据相关参数的最佳阈值, 拟定相关参数评估乙型肝炎肝硬化患者肝功能Child分级标准(并联实验诊断): (1)Child分级C级: $\text{ADC}_{\text{fast}} < 7.650 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, $R2^* > 53.065 \text{s}^{-1} \text{mm}^2/\text{s}$, 满足其中一个即可; (2)Child分级B级: $7.650 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s} \leq \text{ADC}_{\text{fast}} \leq 7.955 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, $49.995 \text{s}^{-1} \leq R2^* \leq 53.065 \text{s}^{-1} \text{mm}^2/\text{s}$, 排除Child分级C级后, 满足其中一个即可; (3)Child分级A级: $\text{ADC}_{\text{fast}} > 7.955 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 且 $R2^* < 49.995 \text{s}^{-1}$ 。

经Kappa一致性度量, ADC_{fast} 联合 $R2^*$ 评估乙型肝炎肝硬化患者肝功能Child分级与综合诊断结果的一致性 (Kappa=0.942, $P < 0.001$), ADC_{fast} 联合 $R2^*$ 评估乙型肝炎肝硬化患者肝功能Child分级的准确度为96.11%(173/180), 见表6。

表6 ADC_{fast}联合R2*诊断乙型肝炎肝硬化患者肝功能Child分级结果

ADC _{fast} 联合R2*诊断结果	综合诊断结果			合计
	A级	B级	C级	
A级	59	2	0	61
B级	1	57	3	61
C级	0	1	57	58
合计	60	60	60	180

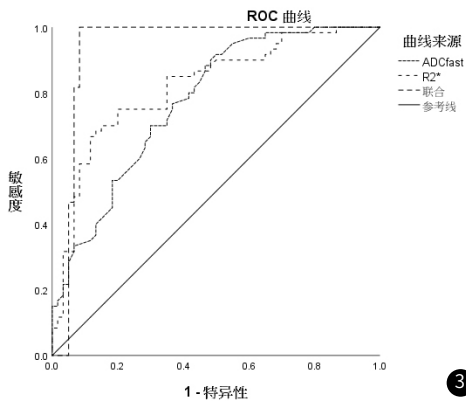


图3 ADC_{fast}、R2*评估诊断乙型肝炎肝硬化患者肝功能Child分级A级、B级的ROC曲线图。

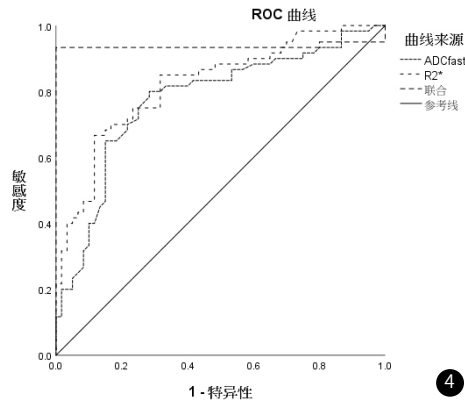


图4 ADC_{fast}、R2*评估诊断乙型肝炎肝硬化患者肝功能Child分级B级、C级的ROC曲线图。

3 讨论

肝脏Child-Pugh分级对乙型肝炎肝硬化患者的治疗及预后具有重要的临床价值，但其检查流程复杂，且部分检查内容用于代偿期患者具有局限^[9]。临床发现，肝硬化会导致门静脉扭曲、变形，影响脾脏和脾索结构，导致脾脏血管功能受损及微循环障碍，定量评估可有效反映肝硬化病情进展；与之相比肝脏血液灌注则容易受到胆汁分泌、导管液体流动、不同生理状态下血供等诸多因素影响，导致影像学检查结果存在诸多差异和矛盾，重复性较差^[10-11]。现阶段，肝硬化肝功能评估多集中在铁质沉积、脂肪变性方面，临床指出慢性肝病患者受到肝脏代谢异常、储存铁过多、免疫异常等因素的影响，多伴有铁质沉积、脂肪变性，这会严重影响肝病者病情进展及预后^[12-13]。由此考虑通过定量分析乙型肝炎肝硬化患者脾脏局部血液循环、肝脏铁及脂肪含量，或可用于评估乙型肝炎肝硬化患者肝功能。

DWI技术中的IVIM-DWI成像可在无外源性对比剂条件下分离出组织扩散和灌注信息。MR mDixon-Quant技术使用三维梯度回波Dixon序列，采用多峰脂肪模型实现水脂分离，可一次屏气采集6个回波，其中R2*利用铁的顺磁性可反映铁浓度。本研究比较肝硬化组、对照组IVIM-DWI及mDixon-Quant参数水平发现，肝硬化组ADC_{fast}水平低于正常对照组，R2*、FF水平高于对照组，证实了乙型肝炎肝硬化患者存在脾脏微循环障碍、肝脏铁沉积及脂肪变性问题。

本研究结果发现，Child C组ADC_{fast}水平最低，Child B组次之，Child A组最高；Child C组R2*水平最高，Child B组次之，Child A组最低；其他参数水平无明显差异，初步表明IVIM-DWI检查获取到ADC_{fast}值、mDixon-Quant检查获取的R2*可用于评估患者肝功能。分析认为，IVIM-DWI成像中的ADC_{fast}代表局部微循环灌注所致的扩散效应，乙型肝炎肝硬化患者肝功能Child分级越高，肝内压力及门静脉压力也随之持续升高，造成脾脏静脉回流阻力增加，继而导致微循环血流量不断降低，表现为微循环灌注效应所致的扩散效应减弱，即ADC_{fast}降低^[14-15]。ADC_{slow}代表组织水分子扩散效应，各组ADC_{slow}值无明显差异提示不同肝功能Child分级乙型肝炎肝硬化患者脾脏区域的纯水分子扩散受限程度相当，继而难以对肝功能分级的鉴别评估提供影像学支持。f反映局部微循环效应占总体扩散效应的容积比率，不同肝功能分级的f值无明显差异提示患者脾脏毛细血管容积比在总的扩散比大致相同。乙型肝炎病毒会导致患者铁稳态受损，存在的炎症反应会导致铁蛋白增加，共同作用导致铁沉积，随着铁沉积的量越多将持续激活肝星状细胞，诱发肝纤维化，损伤肝细胞膜及细胞核，继而加重肝功能损伤程度，增高肝功能Child分级^[16]。相关研究指出，脂肪变性严重程度与慢性肝病患者肝功能存在关系，在非酒精性脂肪性肝病中尤为显著^[17]。近些年来，随着人们生活方式的改变以及肥胖人群数量增加，乙型肝炎肝硬化合并非酒精性脂肪性肝病患者并不少见，难以避免造成乙型肝炎肝硬化肝功能Child低分级患者可能出现较高的FF值^[18]。而本研究中未发现不同Child分级乙型肝炎肝硬化患者FF值存在明显差异，推测部分乙型肝炎肝硬化患者脂肪变性还会受到患者自身胰岛素抵抗、代谢紊乱的影响。

本研究进一步绘制了ROC曲线图，结果显示ADC_{fast}、R2*单独及联合评估乙型肝炎肝硬化患者肝功能Child分级AUC均≥0.7，且以联合检测的评估价值更理想，由此可拟定相关参数评估乙型肝炎肝硬化患者肝功能Child分级的评估，经Kappa一致性度量，发现ADC_{fast}联合R2*鉴别评估乙型肝炎肝硬化患者肝功能Child分级与综合诊断结果的一致性较好，二者联合评估乙型肝炎肝硬化患者肝功能Child分级的准确度为96.11%，评估价值较为理想，可考虑将脾脏IVIM-DWI联合肝脏MR mDixon-Quant检查应用于乙型肝炎肝硬化肝功能评估中，协助医师快速制定合理的治疗方案。

综上所述，乙型肝炎肝硬化患者存在脾脏微循环障碍、肝脏铁沉积及脂肪变性；脾脏IVIM-DWI检查获取参数ADC_{fast}值、肝脏MR mDixon-Quant检查获取参数R2*二者可联合用于评估患者肝功能，准确率较高。

参考文献

- [1] 刘新德, 王旭, 焦成峰. 双歧杆菌四联活菌片联合恩替卡韦对老年乙型肝炎肝硬化患者肝纤维化程度及IL-10、sICAM-1水平的影响[J]. 罕少疾病杂志, 2024, 31(8): 75-77.
- [2] 郑震, 徐光武, 姚濛. 肝纤维化四项指标检测对肝硬化诊断及肝功能评估的价值[J]. 医学临床研究, 2020, 37(1): 141-143.
- [3] 韩家兴, 张成军, 刘桂华. 体素内不相干运动扩散加权成像对乙型肝炎肝硬化患者肝功能评估价值[J]. 中西医结合肝病杂志, 2021, 31(3): 267-270.
- [4] 李晨霞, 刘海甜, 李香, 等. MR体素内不相干运动扩散成像在肝功能评估中的应用[J]. 胃肠病学和肝病学杂志, 2019, 28(12): 1345-1349.
- [5] 姬士军, 刘丽, 彭霞, 等. 磁共振多回波Dixon技术在肥胖儿童肝脏脂肪含量定量评估中的敏感性、特异性分析[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(9): 58-59.
- [6] Zhan C, Olsen S, Zhang H C, et al. Detection of hepatic steatosis and iron content at 3 Tesla: comparison of two-point Dixon, quantitative multi-echo Dixon, and MR spectroscopy[J]. Abdom Radiol, 2019, 44: 3040-3048.
- [7] Levy I, Sherman M. Staging of hepatocellular carcinoma: assessment of the CLIP, Okuda, and child-pugh staging systems in a cohort of 257 patients in Toronto[J]. Gut, 2002, 50(6): 881-885.
- [8] 中华医学会肝病学会, 中华医学会感染病学分会. 慢性乙型肝炎防治指南(2015更新版)[J]. 中国肝病杂志, 2015, 20(12): 888-905.
- [9] 杨品, 姜艳丽, 王鹏飞, 等. Gd-EOB-DTPA增强MRI T1 mapping技术对肝功能评估的诊断价值[J]. 临床放射学杂志, 2023, 42(5): 773-777.
- [10] 刘越, 卢学峰. 剪切波弹性成像测量脾脏硬度评估肝硬化食管静脉曲张[J]. 中国介入影像与治疗学, 2022, 19(2): 119-122.
- [11] 陈松, 黄泽和, 李莹, 等. 普美显增强MRI及DWI相关定量参数对原发性肝癌肝脏储备功能及CD34、Glypican-3表达水平的预测价值[J]. 放射学实践, 2023, 38(9): 1134-1139.
- [12] 白一彤, 林连捷, 裴冬梅. 红细胞分布宽度与血小板计数比值评估代谢相关脂肪性肝病及肝硬化的价值分析[J]. 临床肝胆病杂志, 2022, 38(4): 805-809.
- [13] 王绍刚, 邢飞, 陆健, 等. 肝硬化相关铁沉积节点的LI-RADS MRI分类诊断及随访价值[J]. 临床放射学杂志, 2020, 39(2): 314-317.
- [14] 岳征, 刘文玲, 任继鹏, 等. 脾脏体素内不相干运动扩散加权成像在肝硬化Child-Pugh分级中的价值[J]. 医学影像学杂志, 2020, 30(5): 780-783.
- [15] 谢婷婷, 石桥, 张嘉瑜, 等. 采用双能量CT定量法研究肝硬化患者脾脏血流动力学变化[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15(5): 78-80.
- [16] 郭雅雯, 王晓楠, 曹宇, 等. 乙型肝炎病毒所致慢性肝病病人肝脏铁沉积和脂肪变性的MRI定量研究[J]. 国际医学放射学杂志, 2022, 45(3): 249-254.
- [17] 王玉丽, 胡莹莹, 王晔, 等. MR定量分析非酒精性脂肪性肝病患者脂肪含量与代谢综合征的相关性[J]. 中国医学影像学杂志, 2020, 36(12): 1853-1857.
- [18] 于蕊, 孙倩, 师强伟, 等. 慢性乙型病毒性肝炎肝硬化合并非酒精性脂肪性肝病的临床探讨[J]. 临床内科杂志, 2021, 38(3): 192-194.

(收稿日期: 2024-06-19)

(校对编辑: 赵望淇)