

论 著

钆塞酸二钠增强MRI对肝癌患者术后肝功能不全的评估应用价值*

崔萌萌 石彦斌 张楠
李丹 田天天 于丹丹
李广明*

郑州市第六人民医院医学影像科
(河南 郑州 450000)

【摘要】目的 探讨钆塞酸二钠增强磁共振成像(MRI)对肝癌患者术后肝功能不全的评估应用价值。**方法** 本研究中共纳入82例在郑州市第六人民医院接受手术切除的乙型肝炎肝硬化合并肝癌患者,选取时间为2023年1月至2024年8月,所有患者均在术前接受钆塞酸二钠增强MRI检查,注射对比剂后测量肝脏各段体积(V1-8)、平均信号强度(SI1-8)以及脾脏平均信号强度(SIspleen),计算肝脏各段摄取比率(HUR1-8=SI1-8/SIspleen-1)和摄取指数(HUI1-8=HUR1-8×V1-8),计算全肝摄取指数(THU=HUI1+HUI2+...+HUI8)和残余肝摄取指数(RHUI)。**结果** 82例患者中术后发生肝功能不全的患者作为研究组,将术后未发生肝功能不全的患者作为对照组,其中研究组、对照组的例数分别为16、66例;研究组患者年龄相较于对照组增大,GGT水平相较于对照组升高($t=3.118, 28.623$, 均 $P<0.05$);研究组患者肝脏各段摄取指数HUI1-8均相较于对照组下降($t=9.051, 9.207, 8.826, 9.764, 11.300, 17.647, 42.150, 33.069$, 均 $P<0.05$);研究组患者肝脏各段HUR变异系数相较于对照组升高,而THUI、RHUI相较于对照组下降($t=8.329, 32.918, 59.164$, 均 $P<0.05$);肝脏各段HUR变异系数、THUI、RHUI预测肝癌术后肝功能不全的AUC值分别为0.847、0.810、0.850。**结论** 钆塞酸二钠增强MRI所获取的肝脏各段HUR变异系数、THUI、RHUI在对肝癌术后肝功能不全的预测中,具有较高的临床价值。

【关键词】 钆塞酸二钠; 磁共振成像; 肝癌; 肝功能不全

【中图分类号】 R575.3

【文献标识码】 A

【基金项目】 郑州市科技惠民计划项目(2023KJHM0019)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.11.031

The Application Value of Disodium Gadosenate Enhanced MRI in the Evaluation of Postoperative Hepatic Insufficiency in Patients with Hepatocellular Carcinoma*

CUI Meng-meng, SHI Yan-bin, ZHANG Nan, LI Dan, TIAN Tian-tian, YU Dan-dan, LI Guang-ming*. Department of Medical Imaging, The Sixth People's Hospital of Zhengzhou, Zhengzhou 450000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To evaluate the application value of disodium gadolinium enhanced magnetic resonance imaging (MRI) in the evaluation of postoperative hepatic insufficiency in patients with liver cancer. **Methods** A total of 82 patients with hepatitis B cirrhosis complicated with liver cancer underwent surgical resection in The Sixth People's Hospital of Zhengzhou from January 2023 to August 2024 were included in this study. All patients received enhanced MRI before surgery. The volume of liver segments (V1-8), the average signal intensity (SI1-8) and the average signal intensity of spleen (SIspleen) were measured after injection of contrast agent, and the uptake ratio of liver segments (HUR1-8=SI1-8/SIspleen-1) and the uptake index (HUI1-8=HUR1-8×V1-8) were calculated. Total liver uptake index (THU=HUI1+HUI2+...+HUI8) and residual liver uptake index (RHUI). **Results** Among the 82 patients, patients with postoperative liver dysfunction were taken as the study group, and patients without postoperative liver dysfunction were taken as the control group. The number of cases in the study group and the control group were 16 and 66 respectively. Compared with the control group, the age of patients in the study group was increased, and the GGT level was increased ($t=3.118, 28.623$, both $P<0.05$). The liver uptake index HUI1-8 in the study group was decreased compared with the control group ($t=9.051, 9.207, 8.826, 9.764, 11.300, 17.647, 42.150, 33.069$, all $P<0.05$). HUR variation coefficients of liver segments in the study group were higher than those in the control group, while THUI and RHUI were lower than those in the control group ($t=8.329, 32.918, 59.164$, all $P<0.05$). The AUC values of HUR coefficient of variation, THUI and RHUI for predicting postoperative hepatic insufficiency were 0.847, 0.810 and 0.850, respectively. **Conclusion** The HUR coefficient of variation, THUI and RHUI of each segment of liver obtained by MRI enhanced with disodium gadolinium have high clinical value in the prediction of liver dysfunction after hepatocellular carcinoma.

Keywords: Disodium Gadosenate; Magnetic Resonance Imaging; Liver Cancer; Liver Dysfunction

肝癌手术后,肝功能不全可能是正常现象,尤其是在手术刺激和恢复期间,患者可能因为对疾病的恐惧和焦虑,导致体力和精力消耗过多,从而影响肝功能;如果肝癌患者的病情已经发展到晚期,癌细胞可能已经向其他器官转移,导致其他器官受损,从而影响肝功能;肝癌患者可能合并其他疾病,如心脏病、高血压等,这些疾病对身体的长期消耗也可能导致肝功能不全^[1]。术前对原发性肝癌进行全面评估,包括肝脏储备功能、血清前白蛋白水平和其他相关因素,可以有效预测术后肝功能不全的风险,从而制定更为合理的手术方案和术后管理策略^[2]。影像学方面的评估方法主要包括CT、MRI等,但单独使用上述方法存在一定的局限性。钆塞酸二钠是一种肝脏特异性MRI造影剂,广泛应用于肝脏病变的诊断和评估,广泛应用于肝脏病变的诊断和评估,其可以评估肝脏储备功能,并预测肝切除术后肝功能衰竭的风险,相对强化比率与术后肝功能衰竭风险显著相关^[3]。本研究中共纳入了82例在本院接受手术切除的乙型肝炎肝硬化合并肝癌患者,均在术前接受钆塞酸二钠增强MRI检查,重点探讨了钆塞酸二钠增强MRI对肝癌患者术后肝功能不全的评估应用价值,内容如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究中共纳入82例在郑州市第六人民医院接受手术切除的乙型肝炎肝硬化合并肝癌患者,选取时间为2023年1月至2024年8月,所有患者中男性72例,女性10例;平均年龄(56.10±9.85)岁。

纳入标准: 所有患者均有乙型肝炎病史,并经影像学检查为肝硬化者;经过手术病理证实为肝癌者;患者均在术前2周接受钆塞酸二钠增强MRI检查者等。排除标准:既往接受过肝脏局部手术史者;影像学检查图像质量较差者;临床资料不全者等。研究经本院内医学伦理委员会审核并通过(伦理批号:IEC-KY-2023-16)。

1.2 研究方法

1.2.1 肝脏分段与手术切除方法 根据相关标准^[4]对肝脏进行分段,将其分为尾状叶、左外叶上段、左外叶下段、左内叶等。手术切除方法根据相关标准^[5]分为限制性肝切除术、局部肝切除术、肝段切除术等。本研究中纳入的82例患者中,接受肝局部切除术、肝段切除术、半肝切除、肝段切除联合局部切除的例数分别为45、12、14、11例。

1.2.2 肝功能检查及评分 对患者接受MRI检查期间及术后1周各项肝功能指标进行检测并

*第一作者:崔萌萌,女,主治医师,主要研究方向:乙肝、肝硬化。E-mail: ningzhai1992@163.com

通讯作者:李广明,男,主任医师,主要研究方向:乙肝、肝硬化。E-mail: 55602594@qq.com

记录,包括白蛋白(ALB)、凝血酶原时间(PT)、丙氨酸转氨酶(ALT)等指标,对其进行术前肝功能分级,其中Child-Pugh分级^[6]为A级、B级患者的例数分别为79例、1例;ALBI分级^[7]为1级、2级及3级的患者分别为51、29、2例。术后发生肝功能不全的评定标准为术后患者血清总胆红素(TBIL)在51 μmol/L以上或术后7 d该指标在34 μmol/L以上。将术后发生肝功能不全的患者作为研究组,将术后未发生肝功能不全的患者作为对照组,其中研究组、对照组的例数分别为16、66例。

1.2.3 钆塞酸二钠增强MRI检查方法 采用的仪器为西门子1.5MRI扫描仪(MAGNETOM Aera),钆塞酸二钠(Gd-EOB-DTPA)按体重计算剂量,为0.1mmol/kg,将对剂剂稀释至适当浓度,准备好注射器和静脉通路。设置好扫描参数和序列,包括T1加权成像、T2加权成像、动态增强扫描等,T1加权成像:FSE或GRE序列,T2加权成像:FSE或EPI序列,动态增强扫描:动脉期(20~30 s)、门静脉期(60~90 s)、延迟期(20 min)。患者仰卧于MRI扫描床上,固定好体位,确保扫描过程中不移动,使用定位线圈和腹部专用线圈,确保扫描区域覆盖整个肝脏。T1加权成像:使用快速自旋回波(FSE)或梯度回波(GRE)序列,获取肝脏的解剖结构图像,T2加权成像:使用FSE或回波平面成像(EPI)序列,评估肝脏的病变情况。在注射对比剂前,先进行一次基线扫描,通过静脉快速注射钆塞酸二钠(Gd-EOB-DTPA),注射速度为2~3 mL/s,注射对比剂后,立即开始动态扫描,通常在动脉期、门静脉期和延迟期分别进行扫描。使用3DSlicer软件包或其他图像处理软件,对扫描图像进行后处理。测量肝脏各段体积(V1-8)、平均信号强度(SI1-8)以及脾脏平均信号强度(SIspleen),计算肝脏各段摄取比率(HUR1-8=SI1-8/SIspleen-1)和摄取指数(HUI1-8=HUR1-8×V1-8),计算全肝摄取指数(THU =HUI1+HUI2+...+HUI8)和残

余肝脏摄取指数(RHUI)。

1.3 观察指标 (1)将对照组和研究组患者临床资料及肝功能指标水平进行对比。(2)将两组患者肝脏各段HUI差异进行对比。(3)对比两组患者肝脏各段的HUR变异系数、THUI、RHUI等。(4)采用ROC曲线分析肝脏各段的HUR变异系数、THUI、RHUI对肝癌术后肝功能不全的预测价值。

1.4 统计学方法 应用SPSS 24.0软件对文中数据进行分析,计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,采用t检验;计数资料以[例(%)]表示,采用 χ^2 检验,采用ROC曲线分析各项参数对肝癌术后肝功能不全的预测价值。以P<0.05表示有统计学差异。

2 结果

2.1 临床资料及肝功能指标水平比较 研究组患者年龄相较于对照组增大,GGT水平相较于对照组升高(t=3.118、28.623,均P<0.05),两组患者性别、TBIL等指标进行对比,均未见明显差异($\chi^2=3.044$,t=1.669、0.029、1.178、1.378,均P>0.05),见表1。

2.2 肝脏各段HUI差异比较 研究组患者肝脏各段摄取指数HUI1-8均相较于对照组下降(t=9.051、9.207、8.826、9.764、11.300、17.647、42.150、33.069,均P<0.05),见表2。

2.3 肝脏各段HUR变异系数、THUI、RHUI比较 研究组患者肝脏各段HUR变异系数相较于对照组升高,而THUI、RHUI相较于对照组下降(t=8.329、32.918、59.164,均P<0.05),见表3。

2.4 各项参数对肝癌术后肝功能不全的预测价值 肝脏各段HUR变异系数、THUI、RHUI预测肝癌术后肝功能不全的AUC值分别为0.847、0.810、0.850,见表4。

表1 临床资料及肝功能指标水平比较

组别	男/女(例)	年龄(岁)	TBIL(μmol/L)	ALB(g/L)	ALT(g/L)	AST(U/L)	GGT(U/L)
对照组(66例)	60/6	52.78±9.21	12.98±3.21	40.88±5.01	35.78±4.10	37.85±5.22	41.67±10.23
研究组(16例)	12/4	60.33±5.92	14.56±4.11	40.92±4.76	37.21±5.33	35.91±4.25	122.75±9.88
χ^2/t 值	3.044	3.118	1.669	0.029	1.178	1.378	28.623
P值	0.081	0.003	0.099	0.977	0.242	0.172	<0.001

表2 肝脏各段HUI差异比较

组别	HUI1	HUI2	HUI3	HUI4	HUI5	HUI6	HUI7	HUI8
对照组(66例)	11.78±3.78	61.10±15.22	34.78±8.45	63.75±20.11	64.77±10.21	54.33±7.35	85.41±6.22	107.22±12.41
研究组(16例)	3.10±1.12	24.11±10.24	14.91±6.22	14.05±5.22	34.58±6.21	19.24±6.12	17.10±3.57	3.96±1.52
t值	9.051	9.207	8.826	9.764	11.300	17.647	42.150	33.069
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表3 肝脏各段HUR变异系数、THUI、RHUI比较

组别	肝脏各段HUR变异系数	THUI	RHUI
对照组(66例)	0.41±0.15	537.88±45.62	490.21±26.59
研究组(16例)	0.92±0.40	138.42±33.10	73.89±18.36
t值	8.329	32.918	59.164
P值	<0.001	<0.001	<0.001

表4 各项参数对肝癌术后肝功能不全的预测价值

指标	AUC值	截断值	灵敏度	特异度	P值
肝脏各段HUR变异系数	0.847	0.610	86.35%	77.50%	<0.05
THUI	0.810	248.76	85.59%	74.66%	<0.05
RHUI	0.850	170.05	76.23%	82.69%	<0.05

3 讨论

目前临床在对乙型肝炎肝硬化合并肝癌患者多采取手术治疗,预防患者术后出现肝功能不全可采取的方法主要有使用CT、MRI和Fibroscan等检查方法明确判断有无合并肝硬化;通过Child-Pugh分级和ICG-R15等指标评估肝脏储备功能,ICG-R15高于10%意味着肝脏储备功能不好,指标越高就越限制肝脏切除手术范围^[8]。采用常规影像学方法进行评估时,可以提供肝脏的结构和部分功能信息,但它们无法全面评估肝功能,例如,它们不能直接测量肝脏的代谢能力或合成能力,因此,需要结合其他检查方法进行综合评估。

钆塞酸二钠是一种用于MRI的对比剂,主要用于检测和定性成人肝脏局灶性病变,在LI-RADS中,钆塞酸二钠增强MRI主要在门静脉期(PVP)进行评估,这是因为门静脉期可以观察到病变的廓清情况;肝胆期也称为平衡期,可以提供额外的诊断信息;FLIS是基于钆塞酸二钠增强MRI的三个肝胆期特征进行评分的,包括肝脏强化、胆道排泄和门静脉信号强度,FLIS在预测慢性肝病患者的肝失代偿和无移植生存方面表现出良好的准确性;钆塞酸二钠增强MRI可以评估肝脏储备功能,并预测肝切除术后肝功能衰竭的风险,相对强化比率与术后肝功能衰竭风险显著相关;钆塞酸二钠增强MRI在肝癌大块肝切除手术中的应用价值显著,术前使用该技术可以评估肝脏储备功能,并预测术后肝功能衰竭的风险^[9-10]。本研究中,82例患者中术后发生肝功能不全的患者有16例,未发生肝功能不全的患者有66例,将两组患者临床资料、肝功能指标水平进行对比得出,研究组患者年龄相较于对照组增大,GGT水平相较于对照组升高;研究组患者肝脏各段摄取指数HUI1-8均相较于对照组下降,这一研究结果与刘爱民等^[11]的基本相符。本研究中还对比了肝脏各段HUR变异系数、THUI、RHUI,结果得出,研究组患者肝脏各段HUR变异系数相较于对照组升高,而THUI、RHUI相较于对照组下降,其原因在于术后肝功能不全表明肝脏受到了较大的损伤,这种损伤可能导致不同肝段的肝细胞功能存在显著差异,使得HUR变异系数升高,而THUI和RHUI则是反映了整个肝脏或残余肝脏的功能,由于整体功能下降,这两个指标会降低;肝癌术后可能会导致肝血流受损,尤其是对于那些已经存在基础肝病的患者,肝血流的减少会影响肝脏对对比剂的摄取,从而导致THUI和RHUI下降,而HUR变异系数的升高则可能是因为不同肝段的血流受损程度不同^[12-13]。

本研究中分析了各项参数对肝癌术后肝功能不全的预测价值,结果显示,肝脏各段HUR变异系数、THUI、RHUI预测肝癌术后肝功能不全的AUC值分别为0.847、0.810、0.850,说明肝脏各段HUR变异系数、THUI、RHUI在对肝癌术后肝功能不全的预测中,具有较高的临床价值,这是由于HUR(摄取比率)变异系数高,意味着肝脏各段的功能存在较大差异,这种不均匀性是由于肝脏病变分布不均所致,提示肝脏功能受损严重;THUI是肝脏各段HUI(摄取指数)的总和,能够综合反映肝脏的整体功能状态,较高的THUI值通常意味着肝脏功能较好;通过3DSlicer软件包进行肝肿瘤模拟切除,计算出残余肝脏的摄取指数(RHUI),可以预测术后残余肝脏的功能状态^[14-15]。

综上所述,钆塞酸二钠增强MRI所获取的肝脏各段HUR变异系数、THUI、RHUI在对肝癌术后肝功能不全的预测中,具有较高的临床价值。

参考文献

- [1] Wu L F, Rao S X, Xu P J, et al. Pre-TACE kurtosis of ADC total derived from histogram analysis for diffusion-weighted imaging is the best independent predictor of prognosis in hepatocellular carcinoma [J]. Eur Radiol, 2019, 29 (1): 213-223.
- [2] Najmi Varzaneh F, Pandey A, Aliyari Ghasabeh M, et al. Prediction of post-TACE necrosis of hepatocellular carcinoma using volumetric enhancement on MRI and volumetric oil deposition on CT, with pathological correlation [J]. Eur Radiol, 2018, 28 (7): 3032-3040.
- [3] 刘海峰, 许永生, 刘钊, 等. 钆塞酸二钠增强磁共振和弥散加权成像诊断肝细胞癌TACE术后存活或复发灶的价值 [J]. 中国医学物理学杂志, 2020, 37 (5): 561-567.
- [4] 范应方, 蔡伟, 方驰华. 肝脏分段解剖及其研究进展 [J]. 中国实用外科杂志, 2014, 34 (11): 1105-1108.
- [5] 中华医学会外科学分会肝脏外科学组. 肝脏解剖和肝切除手术命名及肝血流阻断方法与选择原则 [J]. 中华外科杂志, 2010, 48 (3): 196-200.
- [6] 顾幸杰, 李柳梅, 陈玉娟, 等. 参芪三甲汤联合经肝动脉插管化疗栓塞术对原发性肝癌患者相关指标及Child-Pugh分级的影响 [J]. 实用临床医药杂志, 2023, 27 (10): 46-50.
- [7] 詹一, 倪才方, 仲斌演, 等. ALBI分级在肝细胞癌肝功能评估及预后分层的应用及研究进展 [J]. 实用医学杂志, 2023, 39 (3): 381-385.
- [8] 刘宇开, 欧阳高雄, 陈可新, 等. 肝癌肝切除术后ICGR15和PLT对发生肝功能不全预测价值研究 [J]. 中华肿瘤防治杂志, 2020, 27 (3): 224-229.
- [9] 李书琪, 朱绍成. 钆塞酸二钠增强MRI在结肠癌肝转移瘤精准诊断与治疗评估中的临床应用及前沿进展 [J]. 影像科学与光化学, 2025, 43 (1): 3-9, 16.
- [10] 杨艳, 吴宁, 乔远显, 等. 钆塞酸二钠MRI增强在肝门部恶性梗阻性黄疸中临床应用探讨: 附17例报告 [J]. 临床军医杂志, 2020, 48 (1): 21-25.
- [11] 刘爱民, 谭邦国, 卢福麟, 等. 钆塞酸二钠增强MRI预测乙型肝炎肝硬化合并肝细胞癌切除术后肝功能不全的研究 [J]. 川北医学院学报, 2022, 37 (2): 153-157.
- [12] 邹立秋, 张豪, 钟文新, 等. MR弹性成像与钆塞酸二钠动态增强MRI定量评估肝纤维化的实验研究 [J]. 中华放射学杂志, 2021, 55 (11): 1202-1208.
- [13] 韩鼎盛, 黎雅琳, 黄婷婷, 等. 钆塞酸二钠增强MRI对乙型肝炎肝硬化背景下肝内肿块型胆管癌与不典型肝细胞癌的鉴别诊断价值 [J]. 临床放射学杂志, 2023, 42 (6): 947-952.
- [14] 张宁, 武明辉, 于长江, 等. 钆塞酸二钠增强MRI的LI-RADS征象术前预测GPC3阳性肝细胞癌及术后复发的研究 [J]. 中华放射学杂志, 2024, 58 (1): 64-70.
- [15] 戴颖钰, 陈彤, 邵婉怡, 等. 基于钆塞酸二钠增强MRI的LI-RADS v2018评分诊断肝细胞癌的价值 [J]. 中国医学影像学杂志, 2021, 29 (3): 233-239.

(收稿日期: 2025-03-12)

(校对编辑: 翁佳鸿)