

论 著

临床特征结合MRI在AFP阴性HCC与FNH鉴别诊断中的应用及模型建立*

王 鑫¹ 葛英健² 王金凤¹
庞志斌¹ 王永存^{1,*}

1.齐齐哈尔一脉阳光医学影像诊断中心

影像科(黑龙江 齐齐哈尔 161005)

2.齐齐哈尔市中医医院影像科

(黑龙江 齐齐哈尔 161005)

【摘要】目的 探讨甲胎蛋白(AFP)阴性肝细胞肝癌(HCC)与肝局灶性结节增生(FNH)的临床特征与磁共振成像(MRI)影像学差异,并建立Logistic回归诊断模型进行模型验证。方法 回顾性分析2020年8月~2022年8月我院72例AFP阴性HCC患者(HCC组)及72例FNH患者(FNH组)临床与MRI资料。分析两组临床与MRI特征差异,通过多因素非条件Logistic回归分析筛选危险因素,建立回归方程建立预测模型。另收集2022年9月~2023年5月来院就诊的70例患者作为验证组(HCC为32例, FNH为48例),以受试者工作特征(ROC)进行验证。结果 HCC组年龄、乙肝病史比例高于FNH组($P<0.05$); HCC组有包膜、病灶含脂肪、病灶坏死或囊变、快速快出强化及病灶出血比例高于FNH组,中央瘢痕及延迟显像比例低于FNH组比例低于FNH组($P<0.05$); Logistic回归分析显示,年龄大、乙肝病史、有包膜、无中央瘢痕、病灶含脂肪、病灶坏死或囊变、强化模式为快速快出及非延迟显像均为HCC独立危险因素($P<0.05$); 经过Logistic回归分析,建立诊断模型: $\text{logit}(p) = \text{年龄} \times 1.287 + \text{乙肝病史} \times 1.469 + \text{有包膜} \times 1.535 + \text{中央瘢痕} \times (-0.954) + \text{病灶含脂肪} \times 1.194 + \text{病灶坏死或囊变} \times 1.233 + \text{强化模式} \times (-1.169) + \text{延迟显像} \times (-0.852)$; 模型内部验证: 诊断AUC为0.975, 95%CI为0.809~0.912, 外部验证: 模型的AUC为0.871, 95%CI为0.944~0.992, χ^2 为15.398患者。结论 AFP阴性HCC在年龄、乙肝病史及MRI影像学有无包膜、中央瘢痕、病灶含脂肪/强化模式及延迟显像方面存在差异,经Logistic回归分析显示,上述临床特征及MRI影像学表现均为AFP阴性HCC的独立危险因素,且据此构建的诊断模型对AFP阴性HCC具有较好的诊断效能。

【关键词】甲胎蛋白; 阴性; 肝细胞肝癌;
肝局灶性结节增生; 临床特征;
磁共振成像

【中图分类号】R575; R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】3.0T磁共振在创伤性脑神经损伤中的应用研究(CSFGG-2020035)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.06.035

Application of Clinical Features Combined with MRI in the Differential Diagnosis of Alpha-fetoprotein Negative Hepatocellular Carcinoma and Focal Nodular Hyperplasia and Model Establishment*

WANG Xin¹, GE Ying-jian², WANG Jin-feng¹, PANG Zhi-bin¹, WANG Yong-cun^{1,*}.

1.Department of Imaging, Rimag Imaging Medical Diagnostic Center, Qiqihar 161005, Heilongjiang Province, China

2.Department of imaging, Hospital of Traditional Chinese Medicine of Qiqihar, Qiqihar 161005, Heilongjiang Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the differences of clinical features and magnetic resonance imaging (MRI) between alpha-fetoprotein (AFP) negative hepatocellular carcinoma (HCC) and focal nodular hyperplasia (FNH), establish a Logistic regression diagnostic model and verify the model. **Methods** Clinical and MRI data of 72 AFP negative HCC patients (HCC group) and 72 FNH patients (FNH group) in our hospital from August 2020 to August 2022 were retrospectively analyzed. The difference of clinical and MRI features between the two groups was analyzed, and the risk factors were screened by multivariate Logistic regression analysis, and the regression equation was established to establish the prediction model. In addition, 70 patients who came to our hospital from September 2022 to May 2023 were selected as the validation group (32 patients with HCC and 48 patients with FNH), and verified by receiver operating characteristics (ROC). **Results** The age and hepatitis B history ratio in HCC group were higher than those in FNH group ($P<0.05$). The proportion of capsule, lesion containing fat, lesion necrosis or cystic change, fast in and fast out enhancement and lesion bleeding were higher in HCC group was higher than that in FNH group, and the proportion of central scar and delayed imaging was lower than that in FNH group ($P<0.05$). Logistic regression analysis showed that age, history of hepatitis B, capsule, no central scar, lesions containing fat, lesion necrosis or cystic change, fast in and fast out mode of enhancement and non-delayed imaging were all independent risk factors for HCC ($P<0.05$). After Logistic regression analysis, the diagnostic model was established: $\text{logit}(p) = \text{age} \times 1.287 + \text{history of hepatitis B} \times 1.469 + \text{enveloped} \times 1.535 + \text{central scar} \times (-0.954) + \text{focal fat content} \times 1.194 + \text{focal necrosis or cystic change} \times 1.233 + \text{enhancement pattern} \times (-1.169) + \text{delayed imaging} \times (-0.852)$; Internal validation: diagnostic AUC was 0.975, 95%CI was 0.944-0.992, external validation: model AUC was 0.871, 95%CI was 0.818-0.914, χ^2 was 15.398 patients. **Conclusion** AFP negative HCC has differences in age, history of hepatitis B, MRI imaging presence or absence of capsule, central scar, focal fat content, enhancement patterns and delayed imaging. Logistic regression analysis showed that the above clinical features and MRI imaging findings were independent risk factors for AFP negative HCC. Moreover, the established diagnostic model has better diagnostic efficacy for AFP negative HCC.

Keywords: Alpha-fetoprotein; Negative; Hepatocellular Carcinoma; Focal Nodular Hyperplasia Of Liver; Clinical Features; Magnetic Resonance Imaging

肝细胞肝癌(hepatocellular carcinoma, HCC)发病率、病死率分别居于我国恶性肿瘤第四位、第二位, 外科手术是首选治疗方法^[1-2]。甲胎蛋白(alpha-fetoprotein, AFP)是目前公认的HCC肿瘤标志物, 但仍有30%左右HCC患者AFP为阴性^[3-4]。肝局灶性结节增生(focal nodular hyperplasia, FNH)是肝良性病变, 发病率为0.6%~3.0%, 如无症状无需治疗^[5]。HCC与FNH治疗方式与预后完全不同, 准确鉴别诊断具有重要临床意义。磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)是诊断肝肿瘤的有效手段, 但目前, 关于MRI对FNH与AFP阴性HCC的鉴别诊断报道较少^[6]。Logistic回归模型是一种非线性、广义、概率型回归模型, 作为一种分析工具, 近年来, 其在疾病诊断、预后预测等研究中得到广泛应用。基于此, 本研究通过分析AFP阴性HCC、FNH的临床特征结合MRI影像学表现, 总结临床与MRI特征与病变性质的相关性, 并建立Logistic回归诊断模型, 以期为更好地指导术前评估提供依据。报道如下。

1 资料和方法

1.1 一般资料 回顾性分析2020年8月至2022年8月我院72例AFP阴性HCC患者及80例FNH患者临床与MRI资料。另收集2022年9月至2023年5月来院就诊的70例患者作为验证组(HCC为32例, FNH为48例)。

纳入标准: HCC和FNH均经手术病理证实; HCC患者APF水平 $\leq 20 \mu\text{g/L}$ (酶标定量法); 临床与MRI资料完整。排除标准: 检查前接受抗肿瘤治疗; MRI图像存在伪影, 不满足诊断需要。

1.2 MRI检查 采用德国西门子公司MRI扫描仪(Magnetom Verio 3.0T), 8通道体部相

【第一作者】王 鑫, 男, 副主任医师, 主要研究方向: 神经系统及消化系统疾病综合影像诊断。E-mail: geyingjian2028@163.com

【通讯作者】王永存, 男, 副主任医师, 主要研究方向: 胸部影像。E-mail: 58845075@qq.com

控阵线圈，从膈顶扫描至肝下缘，进行平扫，增强扫描及DWI。T₂WI采用呼吸触发脂肪抑制快速恢复自旋回波序列(TR 3029 ms, TE 79 ms, FOV 380×342 mm, 矩阵256×179, 层厚5 mm, 层间距1.1 mm); DWI呼吸触发SE-EPI序列(TR 8181 ms, TE 73 ms, FOV 380×380 mm, b=50、800s/mm²); T₁WI平扫及多期增强采用肝脏容积超快速三维成像序列(TR 4 ms, TE 1.39 ms, FOV 380×304 mm, 层厚3 mm, 摒气16 s), 经肘静脉注射钆喷酸葡胺(0.1 mmol/kg, 2mL/s)注射后立即注射20 mL生理盐水冲洗, 注射后15~20 s行动脉期扫描, 50~60 s行静脉期扫描, 2min~5 min左右行平衡期扫描。

1.3 图像分析 由两名影像科医师(具有中级职称)对病灶特点进行分析。测量病灶最大径(门静脉期横断位图像)、T₁WI信号、T₂WI信号、是否含脂肪(正相位T₁WI高信号、反相位T₁WI低信号)、是否有坏死或囊变(斑片状或囊状无强化T₁WI低信号、T₂WI高信号)、有无出血(斑片状正反相位T₁WI高信号、T₂WI低信号)、引流静脉早显。强化方式分为快进快出、递减强化、持续强化。避开

表1 两组临床特征比较

临床特征	HCC组(n=72)	FNH组(n=72)	χ^2/t	P
性别[n(%)]				
男	55(76.39)	45(62.50)	3.273	0.070
女	17(23.61)	27(37.50)		
年龄(岁)	58.74±9.86	36.20±9.01	14.021	<0.001
体质量指数(kg/m ²)	21.86±2.51	22.33±2.90	1.040	0.300
乙肝病史[n(%)]	42(58.33)	5(6.94)	43.241	<0.001
脂肪肝[n(%)]	12(16.67)	14(19.44)	0.188	0.665
腹痛或腹部不适[n(%)]	2(2.78)	5(6.94)	1.351	0.245

表2 两组MRI特征比较

临床特征	HCC组(n=72)	FNH组(n=72)	校正/ χ^2/t	P
病灶特征				
病灶分布[n(%)]				
肝左叶	23(31.94)	27(37.50)	0.490	0.484
肝右叶	49(68.06)	45(62.50)		
病灶形状[n(%)]				
类圆形	71(98.61)	67(93.06)	2.783	0.095
不规则	1(1.39)	5(6.94)		
病灶最大径(mm)	35.28±17.51	40.88±19.56	1.862	0.065
有包膜[n(%)]	71(98.61)	10(13.89)	105.002	<0.001
病灶出血[n(%)]	5(6.94)	0(0.00)	5.180	0.023
中央瘢痕[n(%)]	7(9.72)	45(62.50)	43.465	<0.001
病灶含脂肪[n(%)]	17(23.61)	0(0.00)	19.276	<0.001
病灶坏死或囊变[n(%)]	9(12.50)	0(0.00)	9.600	0.002
引流静脉早显[n(%)]	0(0.00)	4(5.56)	2.314	0.128
MRI平扫和增强指标				
T ₁ WI				
低信号	55(76.39)	45(76.39)	3.273	0.070
等信号或混杂信号	17(23.61)	27(37.50)		
T ₂ WI				
高信号	55(76.39)	51(70.83)	0.572	0.449
等信号或混杂信号	17(23.61)	21(29.17)		
强化模式				
快进快出	64(88.89)	10(13.89)	8.757	<0.001
递减强化	7(9.72)	55(76.39)		
持续强化	1(1.39)	7(9.72)		
延迟显像	5(6.94)	60(83.33)	84.830	<0.001
DWI				
高信号	65(90.28)	60(83.33)	1.516	0.218
等或混杂信号	7(9.72)	12(16.67)		
ADC值(×10 ⁻³ mm ² /s)	1.49±0.29	1.60±0.40	1.889	0.061

病灶边缘及出血、坏死区，在强化区域选取感兴趣区，测量ADC值，测3次取平均值。

1.4 统计学方法 采用统计学软件SPSS 25.0处理数据，计数资料以n(%)描述，采用 χ^2 检验，计量资料以($\bar{x} \pm s$)描述，t检验；Logistic回归分析HCC影响因素，建立回归方程，模型验证以受试者工作特征(ROC)曲线下面积(AUC)来评价。双侧检验， $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组临床特征 两组体质量指数、脂肪肝、腹痛或腹部不适比较，差异无统计学意义(均P>0.05); HCC组年龄及乙肝病史比例高于FNH组(均P<0.05, 表1)。

2.2 两组MRI特征 HCC组有包膜、病灶含脂肪、病灶坏死或囊变及强化模式快进快出强化、病灶出血比例高于FNH组，中央瘢痕及延迟显像比例低于FNH组(均P<0.05, 表2、图1、图2)。

2.3 HCC多因素分析 以病变情况为因变量，以表1与表2中差异有统计学意义的项为自变量(赋值结果见表3)，纳入Logistic回归模型，结果显示，年龄大、乙肝病史、有包膜、无中央瘢痕、病灶含脂肪、病灶坏死或囊变、强化模式为快进快出、未延迟显象均为HCC独立危险因素(均P<0.05)，病灶出血与HCC无明显的关系(P>0.05, 表4)。

表3 赋值

变量	赋值
因变量	
病变	FNH=1, HCC=2
自变量	
年龄	实际值
乙肝病史	无=0, 有=1
有包膜	无=0, 有=1
中央瘢痕	无=0, 有=1
病灶含脂肪	无=0, 有=1
病灶坏死或囊变	无=0, 有=1
强化模式	快进快出=1, 递减强化或持续强化=2
延迟显像	否=0, 是=1
病灶出血	否=0, 是=1

表4 HCC多因素分析

因素	β	SE	Wald χ^2 值	P值	OR值	95%CI
年龄	1.287	0.449	8.211	<0.001	3.620	2.174~6.029
乙肝病史	1.469	0.536	7.511	<0.001	4.345	2.751~6.862
有包膜	1.535	0.512	8.988	<0.001	4.641	3.026~7.119
中央瘢痕	-0.954	0.336	8.059	<0.001	0.385	0.228~0.651
病灶含脂肪	1.194	0.593	4.054	0.009	3.300	1.976~5.512
病灶坏死或囊变	1.233	0.447	7.603	<0.001	3.430	2.051~5.736
强化模式	-1.169	0.429	7.420	<0.001	0.311	0.175~0.552
延迟显象	-0.852	0.321	7.045	<0.001	0.663	0.432~0.901
病灶出血	0.256	0.210	1.486	0.332	0.320	0.112~0.556

2.4 AFP阴性HCC与FNH鉴别诊断的Logistic回归模型建立及分析 将上述危险因素纳入Logistic回归分析，建立回归方程模型，回归方程模型：logit(p)=年龄×1.287+乙肝病史×1.469+有包膜×1.535+中央瘢痕×(-0.954)+病灶含脂肪×1.194+病灶坏死或囊变×1.233+强化模式×(-1.169)+延迟显象×(-0.852)。对Logistic回归诊断模型进行评价，似然比卡方=145.240, DF=10, P<0.001，即模型具有统计学意义；Wald

卡方=132.520, DF=9, $P<0.001$, 提示模型构建有效。采用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验显示模型拟合效果较好, Chi-Square=7.522, DF=8, $P=0.601$ 。

2.5 模型内、外部验证 采用 Logistic 回归模型统计分析数据, 得到 AFP 阴性 HCC 与 FNH 的诊断概率 $\text{logit}(p)$ 。按照 $\text{logit}(p)$ 绘制 ROC 曲

线, 当 $\text{logit}(p)>0.5$ 时, AUC 值为 0.975, 95%CI 为 0.944~0.992, χ^2 为 56.378, 诊断敏感度为 90.48%, 特异度为 94.00% (图 3A)。外部验证显示, 模型的 AUC 为 0.871, 95%CI 为 0.818~0.914, χ^2 为 15.398 患者, Hosmer-Lemeshow 检验表明 ($\chi^2=1.810$, $P=0.952$), 本研究模型对 HCC 具有较高的诊断价值 (图 3B)。

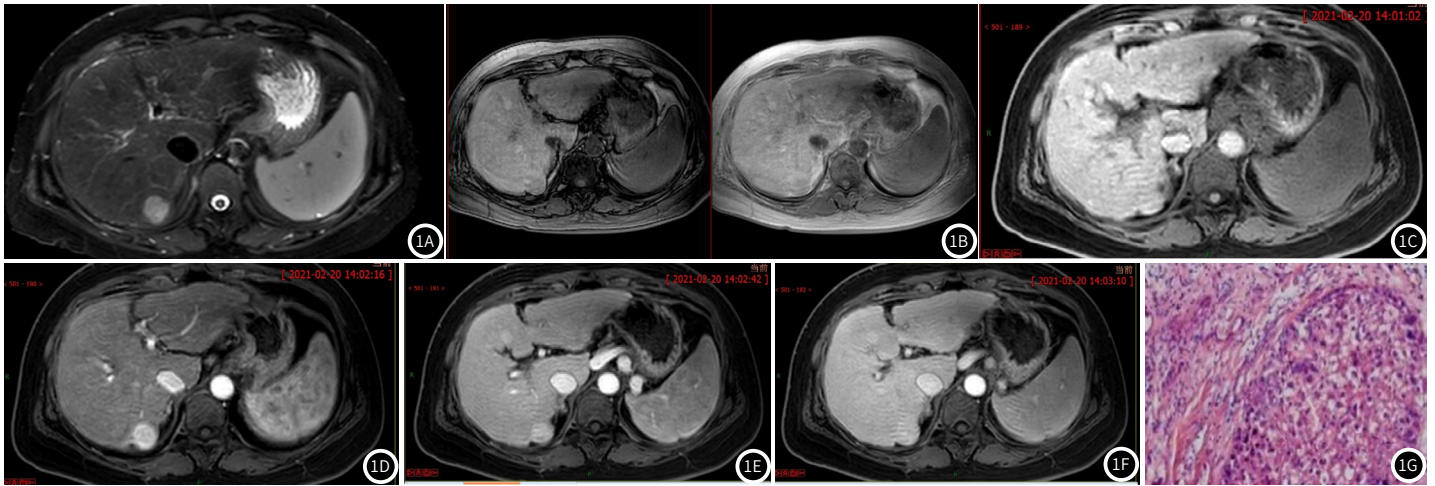


图1A-图1G HCC, 男, 64岁, 右半肝中-低分化HCC; 1A: T₂WI呈圆形稍高信号; 1B: T₁WI同-反相位病灶呈稍低信号, 病灶内脂肪浸润, 边界欠清; 1C: 增强蒙片病灶呈等信号; 1D: 增强动脉期病灶明显强化; 1E: 增强静脉期病灶信号减低; 1F: 增强延迟期病灶呈等信号; 1G: 病理见脉管内癌栓, 肝内胆管端间转移癌, 诊断为中-低分化HCC ($\times 200$)。

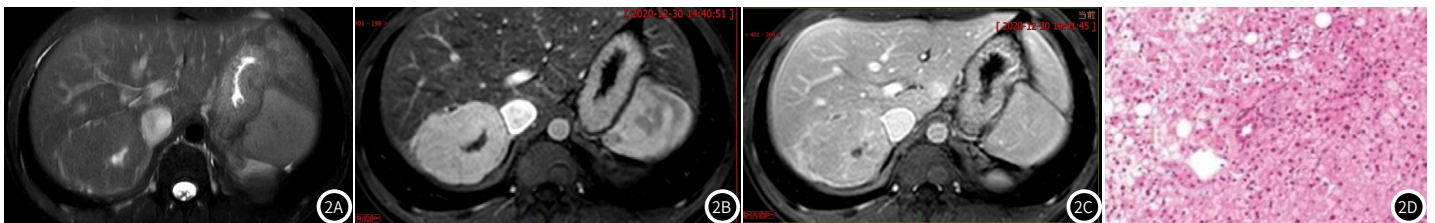


图2A-图2D 女, 38岁, FNH; 2A: T₂WI呈椭圆形等信号; 2B: 动脉期呈轻度不均匀强化, 边界模糊; 2C: 延迟期呈等强化; 2D: 病理见瘢痕样纤维化, 内含纤维结缔组织、增生的胆管、血管, 诊断为FNH ($\times 200$)。

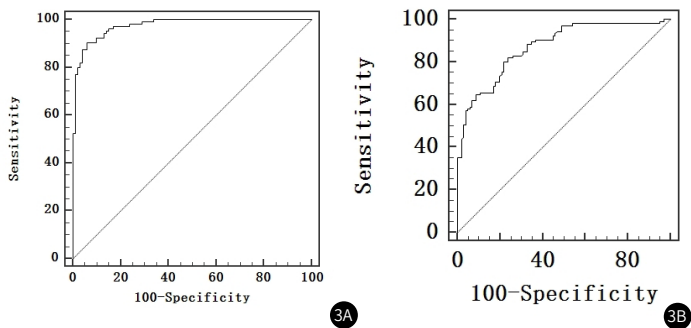


图3 ROC曲线

3 讨论

HCC是我国常见恶性肿瘤之一, 恶性程度高, 预后差, 严重威胁人民生命健康^[7]。FNH是肝脏富血供良性占位性病变, 与HCC影像学表现存在一定相似性, 鉴别诊断困难, 尤其与AFP阴性HCC^[8]。在“精准医疗”背景下, 对AFP阴性HCC与FNH进行准确鉴别尤为重要。多数学者认为, FNH是血流过度灌注而引起的反应性增生, 多表现为无症状^[9-10]。AFP阴性HCC多发与老年人, 且有慢性乙肝病史, 早期无显著临床症状。本研究Logistic回归分析显示, 年龄大为HCC独立危险因素, 与既往研究^[11]一致。

MRI是诊断肝肿瘤的有效手段, 目前, 针对FNH与AFP阴性HCC的MRI鉴别诊断报道较少, 因此, 本研究对二者MRI平扫、增强扫描和DWI表现差异进行比较分析。包膜是HCC典型影像表

现, 形成原因在于肿瘤生长过程中, 细胞因子等引起邻近肝实质炎症、纤维化, 表现为门静脉期/延迟期肿瘤周围环形强化(连续或不连续)^[12-13]。本研究中, 98.61% HCC病灶有包膜, 而FNH病灶有12例存在包膜, 均为假性包膜, 为压迫周围正常组织以及灶周血管和炎性浸润所致。含脂肪HCC是癌组织内存在脂肪堆积或癌细胞内发生脂肪变性的情况, 在HCC中比较少见, 发生率20%, 本研究中HCC病灶中早期HCC的脂肪变性, 在同反相位上信号明显降低。晚期HCC中可形成脂肪瘤样改变, MRI上表现为T₁WI及T₂WI均呈高信号, FS序列低信号的典型脂肪组织表现。在肝癌组织中血供无法满足肿瘤生长所需时, 部分肿瘤细胞坏死, 由于肿瘤生长速度过快, 可能自发破裂出血^[14-15]。本研究中, HCC病灶含脂肪、病灶坏死或囊变及病灶出血比例分别为23.61%、12.50%、6.94%, 而FNH病灶无此类征象, 可为二者鉴别诊断提供一定依据。FNH由异常排列肝细胞、纤维间隔(放射状)、中央瘢痕构成。中央瘢痕是FNH典型影像表现, 由纤维与血管按一定比例构成, 一般为“车辐状”或“星状”, 增强扫描延迟强化及延迟显象^[16]。本研究中, 62.50%(45/72) FNH病灶存在中央瘢痕, 表现为延迟强化, FNH病灶中央瘢痕显著高于HCC病灶9.72%(7/72), 且延迟显象83.33%(60/72)比例高于HCC病灶6.94%(5/72)。笔者还发现, 2个(4.44%)较大FNH病灶见引流静脉早显。

HCC病灶T1弛豫时间长于正常肝组织, 病灶多表现为T₁WI低信号, 少部分因脂肪、坏死及出血表现为等信号或混杂信号^[17]。FNH常表现为T₂WI轻度高信号, T₁WI轻度低信号, DWI呈稍高信号, 但ADC值无明显降低, 符合FNH的基本特征。本研究中, MR平扫及增强扫描显示, HCC主要表现为T₁WI低信号, 强化模

式为快进快出, FNH的T₁WI低信号、等信号或混杂信号分布较为均匀, 两种类型病灶在T₁WI、T₂WI、DWI的表现及ADC值方面无统计学差异, 说明MRI增强扫描动脉期强化程度及强化方式对肝脏肿瘤鉴别诊断具有重要价值。正常肝脏组织在T₁WI上信号高于周围脾脏及肌肉组织, 而T₂WI信号则偏低。FNH病灶、HCC病灶水分子含量高, T₂WI上均主要表现为高信号^[18]。此外FNH病灶受中央瘢痕、纤维含量影响, 部分在T₂WI上表现为等信号及混杂信号。HCC血供主要来源于肝动脉, 门静脉亦参与供血, FNH的血供主要来源于中央瘢痕的小动脉, 且缺乏毛细血管床, 血流方向为离心状, 两者血流动力学不同决定强化方式不同^[19]。本研究中, HCC病灶中表现为快进快出88.89%(64/72), FNH病灶动脉期明显强化, 95.56%(43/45)递减强化。少数HCC病灶虽无典型"快进快出"表现, 但供血已由门静脉转为肝动脉为主^[20]。DWI反映活体组织水分子运动情况, 通过ADC值对组织弥散程度进行定量评价^[21]。FNH病灶、HCC病灶水分子含量高, DWI均主要表现为高信号^[22]。本研究中, AFP阴性HCC与FNH病灶DWI高信号分别占90.28%、88.89%, 在鉴别诊断中差异无统计学意义, 且ADC值不能用于AFP阴性HCC与FNH鉴别诊断。

Logistic回归分析模型是目前在统计学中应用较为广泛的线性回归分析模型, 在疾病自动诊断、数据挖掘及经济预测方面有广泛的应用, 在临床中主要用于探讨引发疾病的危险因素, 并根据危险因素预测疾病发生概率及诊断效能, 与多重线性回归相比, 具有模型简单、速度快, 可直接对分类概率建模, 易于理解, 且能容易地更新模型吸收新的数据, 已成为流行病学和医学中最常用的分析方法。张彰等^[23]应用Logistic回归分析及预测模型构建腹腔镜超声下肝部分切除术肝细胞癌患者无进展生存期的因素, 验证结果显示根据危险因素构建的预测模型对患者PFS具有良好的预测价值。本研究通过Logistic回归分析结果确定性别为年龄大、乙肝病史、有包膜、无中央瘢痕、病灶含脂肪、病灶坏死或囊变、T₁WI低信号、强化模式为快进快出均为HCC独立危险因素, 并基于此建立回归方程模型, 内外部验证结果表明该模型在对AFP阴性HCC与FNH鉴别诊断具有良好的效能。

综上所述, 年龄大、乙肝病史、有包膜、无中央瘢痕、病灶含脂肪、病灶坏死或囊变、强化模式为快进快出及延迟显像均为HCC独立危险因素, 据此建立的Logistic回归诊断模型具有良好的准确性和稳定性, 为临床决策提供依据。但本研究样本量较小, 该模型实际价值还有待大样本进一步验证。

参考文献

- [1] Forner A, Reig M, Bruix J. Hepatocellular carcinoma[J]. Lancet, 2018, 391(10127): 1301-1314.
- [2] 唐亚琴, 卿仁强, 杨松, 等. MRI联合血清ApoB、 γ -GT用于原发性肝癌临床价值探讨[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(1): 110-112.
- [3] 亚库甫·托合提, 张凯楠, 赵辉, 等. 血清毒蕈碱乙酰胆碱受体m3自身抗体水平对甲胎蛋白阴性肝细胞癌的诊断价值[J]. 中国全科医学, 2022, 25(17): 2110-2114.
- [4] 卫荣荣, 王成成, 李大江, 等. 异常凝血酶原对乙型肝炎病毒相关性AFP阴性肝癌的诊断价值研究[J]. 四川大学学报(医学版), 2020, 51(3): 411-415.

- [5] 朱旭娜, 苏丹柯, 刘丽东, 等. 增强CT定量分析在肝细胞肝癌和局灶性结节增生鉴别诊断中的价值研究[J]. 临床放射学杂志, 2018, 37(6): 976-979.
- [6] 杜文壮, 蒲如剑, 梁洁, 等. DCE-MRI纹理分析鉴别AFP阴性肝细胞肝癌与肝局灶性结节增生的价值[J]. 磁共振成像, 2020, 11(9): 765-770.
- [7] Tsunematsu M, Onda S, Yanagaki M, et al. How to perform curative laparoscopic hepatectomy for intraoperatively unidentified hepatocellular carcinoma[J]. Anticancer Res, 2021, 41(9): 4411-4416.
- [8] 王佩华, 聂芳, 王国娟, 等. 超声造影肝脏影像报告与数据系统对甲胎蛋白阴性肝细胞癌的诊断价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2021, 29(7): 697-702.
- [9] 朱红丽, 黄益龙, 罗保发, 等. 增强CT和MRI轮辐征在诊断肝脏局灶性结节增生中的价值[J]. 临床放射学杂志, 2022, 41(3): 484-488.
- [10] 郑丽丽, 冯梅晶, 李军建, 等. 超声造影肝脏影像报告与数据系统对甲胎蛋白阴性患者肝脏局灶性病变恶性风险的预测价值[J]. 临床超声医学杂志, 2022, 24(11): 827-831.
- [11] 丁芳, 王明亮, 韩晶, 等. 无肝硬化甲胎蛋白阴性肝细胞癌与肝脏局灶性结节增生鉴别诊断的研究[J]. 中华肝胆外科杂志, 2022, 28(5): 352-355.
- [12] M-W Y, Yun S J. Differentiating between hepatocellular carcinoma and intrahepatic cholangiocarcinoma using contrast-enhanced MRI features: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin radiol, 2019, 74(5): 406.e9-406.e18.
- [13] 李珊玫, 郭小芳, 陈长春, 等. 基于LI-RADS v2018原则CT及MRI对肝脏肿瘤的诊断价值[J]. 实用放射学杂志, 2022, 38(4): 581-585.
- [14] 范晓黎, 凌茜, 方正, 等. MRI在肝硬化背景下诊断小肝癌中联用钆塞酸二钠的临床价值分析[J]. 影像科学与光化学, 2020, 38(6): 1038-1042.
- [15] 吕蓉, 胡维娟. 肝脏影像报告和数据系统肝癌MRI辅助征象解析[J]. 放射学实践, 2020, 35(10): 1329-1334.
- [16] 王成, 刘承利, 孔亚林, 等. 四例不典型肝局灶性结节增生的影像学特点[J]. 肝胆胰外科杂志, 2021, 33(11): 666-671.
- [17] Zhao Z, Zhen M, Zhou C, et al. Gadofullerene based liver-specific MRI contrast agent for early diagnosis of orthotopic hepatocellular carcinoma[J]. J Mater Chem B, 2021, 9(28): 5722-5728.
- [18] 王鑫, 于清太, 景昱, 等. 肝脏多发局灶性结节性增生的MRI诊断[J]. 中华放射学杂志, 2010, 44(8): 828-830.
- [19] 李晓明, 蔡萍, 程琳, 等. 钆塞酸二钠增强磁共振成像检查术前诊断粗梁-团块型肝细胞肝癌的临床价值[J]. 中华消化外科杂志, 2021, 20(11): 1218-1226.
- [20] 丁建民, 周燕, 王凤梅, 等. 超声造影联合普美显磁共振对肝硬化背景下微小肝细胞肝癌的诊断研究[J]. 中华超声影像学杂志, 2019, 28(11): 964-970.
- [21] Yang D, She H, Wang X, et al. Diagnostic accuracy of quantitative diffusion parameters in the pathological grading of hepatocellular carcinoma: a meta-analysis[J]. J Magn Reson Imaging, 2020, 51(5): 1581-1593.
- [22] Choi JM, Yu JS, Cho ES, et al. Texture analysis of hepatocellular carcinoma on magnetic resonance imaging: assessment for performance in predicting histopathologic grade[J]. J Computer Assist Tomogr, 2020, 44(6): 901-910.
- [23] 张彰, 陈自力, 马亦飞, 等. 腹腔镜超声下肝部分切除术后肝细胞癌患者无进展生存期的多因素Logistic回归分析及预测模型构建[J]. 胃肠病学和肝病杂志, 2023, 32(1): 90-94.

(收稿日期: 2023-06-26)

(校对编辑: 姚丽娜)