

# 体素内不相干运动扩散加权成像在鉴别肝癌与肝脏局灶性结节增生中的诊断价值

程春红, 李鸿波, 黄炯

(江汉大学附属医院, 武汉市第六医院放射科, 湖北 武汉 430015)

**【摘要】目的:** 探究体素内不相干运动扩散加权成像 (IVIM-DWI) 在鉴别肝癌与肝脏局灶性结节增生中的诊断价值。**方法:** 34 例肝脏局灶性结节增生和 47 例肝癌患者作为研究对象, 所有患者均进行常规磁共振常规平扫、多期动态增强扫描及 IVIM-DWI 扫描, IVIM-DWI 共设定 9 个 b 值, 范围在 0 ~ 1 200 s/mm<sup>2</sup>, 采用 MADC 软件对采集图像进行后期处理, 测得表现扩散系数 (ADC), 慢速表现扩散系数 (D)、快速表现扩散系数 (D<sup>\*</sup>)、灌注分数 (f)。对比肝癌、肝脏局灶性结节增生患者的各项 IVIM-DWI 参数值; 同时分析、比较 IVIM-DWI 各参数值在诊断肝癌与肝脏局灶性结节增生上的诊断效能。**结果:** 肝脏局灶性结节增生患者的 ADC 值、D 值高于肝癌患者, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 两组患者的 D<sup>\*</sup> 值、f 值比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。在鉴别诊断肝癌与肝脏局灶性结节增生上, ADC、D、D<sup>\*</sup>、f 值的 AUC 分别为 0.766、0.863、0.552、0.662。ADC、D、D<sup>\*</sup>、f 值分别以  $1.66 \times 10^{-3}$  mm<sup>2</sup>/s、 $0.76 \times 10^{-3}$  mm<sup>2</sup>/s、 $21.79 \times 10^{-3}$  mm<sup>2</sup>/s 和 34.88% 为最佳阈值, 四者在诊断肝癌与肝脏局灶性结节增生的准确度、敏感度和特异度上比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。**结论:** IVIM-DWI 在鉴别肝癌、肝脏局灶性结节增生上诊断价值较高, 其中双指数模型计算的 D 值能够有效提高肝脏肿瘤性质的鉴别诊断效果, 为定性诊断提供参考依据。

**【关键词】** 体素内不相干运动; 扩散加权成像; 肝癌; 肝脏局灶性结节增生

**【中图分类号】** R445.2 **【文献标志码】** A

## The value of voxel intravoxel motion diffusion weighted imaging in the differential diagnosis of liver cancer and focal nodular hyperplasia of liver

CHENG Chun-hong, LI Hong-bo, HUANG Jiong

(Department of Radiology, Affiliated Hospital of Jiangnan University, Wuhan Sixth Hospital, Wuhan 430015, Hubei, China)

**【Abstract】Objective:** To research the value of voxel intravoxel motion diffusion weighted imaging in the differential diagnosis of liver cancer and focal nodular hyperplasia of liver. **Methods:** 34 cases of focal nodular hyperplasia of the liver and 47 cases of liver cancer were selected as the study subjects. All patients underwent conventional magnetic resonance plain scan, multi-phase dynamic contrast-enhanced scan and IVIM-DWI scan. IVIM-DWI set 9 b values ranging from 0 to 1 200 s/mm<sup>2</sup>. MADC software was used to post-process the collected images. The performance diffusion coefficient (ADC), slow performance diffusion coefficient (D), fast performance diffusion coefficient (D<sup>\*</sup>) and perfusion fraction (f) were measured. The IVIM-DWI parameters of patients with liver cancer and focal nodular hyperplasia of liver were compared, and the diagnostic efficacy of IVIM-DWI parameters in the diagnosis of liver cancer and focal nodular hyperplasia of liver were analyzed and compared. **Results:** The ADC and D values of patients with focal nodular hyperplasia of the liver were significantly higher than those of patients with liver cancer, the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). There were no significant differences in D<sup>\*</sup> and f values between the two groups ( $P > 0.05$ ). In the differential diagnosis of liver cancer and focal nodular hyperplasia, the AUC values of ADC, D, D<sup>\*</sup>, f were 0.766, 0.863, 0.552 and 0.662, respectively. The optimal thresholds of ADC, D, D<sup>\*</sup>, f values were  $1.66 \times 10^{-3}$  mm<sup>2</sup>/s,  $0.76 \times 10^{-3}$  mm<sup>2</sup>/s,  $21.79 \times 10^{-3}$  mm<sup>2</sup>/s and 34.88%, respectively. There were significant differences in the accuracy, sensitivity and specificity between the four groups in the diagnosis of liver cancer and focal nodular hyperplasia ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** Ivim-dwi has a high value in the diagnosis of liver cancer and focal nodular hyperplasia. The D value calculated by double index model can effectively improve the differential diagnosis of liver tumor properties, and provide a reference for qualitative diagnosis.

**【Key words】** Intravoxel incoherent motion; Diffusion-weighted imaging; Liver cancer; Focal nodular hyperplasia of liver

肝脏疾病由于不同性质结节存在影响、重叠及肝硬化等因素的影响,难以对其作出准确地定性诊断<sup>[1]</sup>。磁共振扩散加权成像(DWI)通过检测组织内部的水分子微观运动,对病灶性质进行鉴别;体素内不相干运动扩散加权成像(IVIM-DWI)可通过多b值磁共振扩散加权成像获得慢速表现扩散系数(D)、快速表现扩散系数(D\*)和灌注分数(f)<sup>[2-3]</sup>,能够更加准确地从分子水平揭示病变特征,在鉴别、诊断肝脏局灶性病变、肝癌等肝脏疾病中具有重要价值<sup>[4]</sup>。本研究采用IVIM-DWI对肝癌与肝脏局灶性结节增生进行鉴别诊断,现报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选择2017年7月至2019年3月武汉市第六医院收治的34例肝脏局灶性结节增生、47例肝癌患者作为研究对象。肝脏局灶性结节增生患者中,男性19例,女性15例;年龄36~74岁,平均(56.18±6.03)岁。肝癌患者中,男性25例,女性22例;年龄41~76岁,平均(56.03±6.12)岁;肝细胞癌26例,肝内胆管细胞癌13例,肝转移瘤8例。两组患者除肝脏疾病类型不同外,其他一般资料比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。研究已获得相关医学伦理委员会批准。

纳入标准:(1)经手术、病理检验明确诊断为肝脏局灶性结节增生或肝癌;(2)病变直径>1 cm,能够清晰观察病灶并对其进行准确测量;(3)行DWI检查前未接受其他方式治疗;(4)入组患者详细知情并签署知情同意书。排除标准:(1)已接受放疗或其他方式治疗者;(2)合并有其他严重器质性疾病者;(3)不满足磁共振检查的指征者;(4)合并有精神疾病者无法配合完成检查者。

### 1.2 检查方法

仪器选择GE Discovery MR 750 3.0T MR扫描仪,8通道相控阵线圈。检测前禁食4~8 h并指导患者进行呼吸训练。取仰卧位对全肝进行扫描检查,以占位性病病变灶为扫描中心。具体扫描序列包括:(1)屏气横轴面T1WI、DWI;(2)呼吸触发横

轴面T2WI、DWI;(3)呼吸触发IVIM DWI扫描。DWI扫描参数:TE 60.4 ms,TR 7062 ms,矩阵128×160,视野34.0×27.4~40.0×40.0,层厚7 mm,层间距1 mm,扩散方向设置为All,b值设定为0、20、50、100、200、400、600、800、1 200 s/mm<sup>2</sup>。

磁共振多期动态增强扫描采用肝脏容积超快速三维成像序列,经手背静脉注入对比剂Gd-DTPA,剂量浓度0.2 mL/kg,流速2 mL/s,对比剂注射完毕后以同样的流速注入20 mL生理盐水,于生理盐水注射后20 s、60 s、2 min、3 min分别采集肝脏动脉期、门脉早期、门脉晚期及延迟期图像。

### 1.3 图像分析

采用GE AW4.6工作站及Function-MADC软件对图像进行后期处理,获得单指数模型和双指数模型的参数图。单指数模型生成表现扩散系数(ADC),双指数模型生成D、D\*、f值。阅片工作由具有10年以上工作经验的两名医师负责进行,从IVIM图像中选择无坏死病变、伪影较少的最大病变层面,在此层面避开出血、坏死以及囊变等区域选择感兴趣区域(ROI),测定病变区域的ADC、D、D\*、f值,共测量3次,取平均值作为最终结果。

### 1.4 统计学分析

应用SPSS23.0统计学软件对各项数据资料进行分析、处理,计量、计数资料分别采用( $\bar{x} \pm s$ )和[n(%)]的形式表示,分别采用独立样本t检验和 $\chi^2$ 检验。利用受试者工作特征曲线(ROC)对双指数模型各参数值的诊断效能进行评价,确定各项诊断参数的临界值以及该临界值相关的曲线下面积(AUC)。以 $P<0.05$ 代表差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 肝癌、肝脏局灶性结节增生患者的各项IVIM-DWI参数值结果

肝脏局灶性结节增生患者的ADC值、D值高于肝癌患者,差异有统计学意义( $P<0.05$ );两组患者的D\*值、f值比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。见表1、图1-图2。

表1 肝癌、肝脏局灶性结节增生患者的各项IVIM-DWI参数值比较( $\bar{x} \pm s$ )

病变类型	例数	ADC( $\times 10^{-3}$ mm <sup>2</sup> /s)	D( $\times 10^{-3}$ mm <sup>2</sup> /s)	D*( $\times 10^{-3}$ mm <sup>2</sup> /s)	f(%)
肝脏局灶性结节增生	34	2.02±0.58	1.54±0.41	21.44±9.79	34.67±12.73
肝癌	47	1.29±0.34	0.83±0.26	19.03±9.43	30.36±11.08
t值		7.1123	9.5266	1.1171	1.6227
P值		<0.001	<0.001	0.2673	0.1086

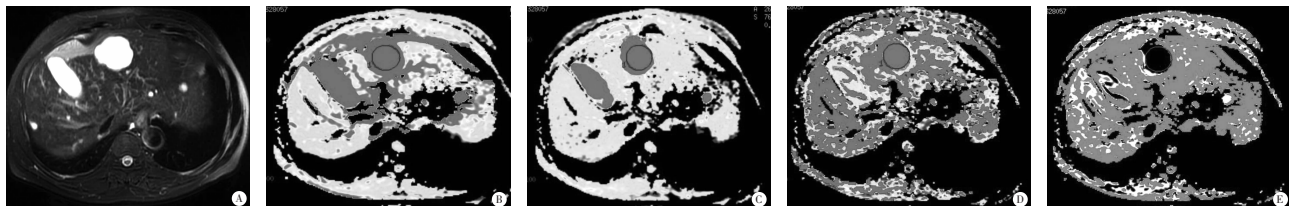


图 1 患者 A,男,51 岁,病理证实为肝脏局灶性结节增生的磁共振图像

A.DWI( $b=1\ 200\ \text{s/mm}^2$ )显示左肝内叶可见圆形、椭圆形结节,边界清晰,呈明显高信号;B-E.分别为 ADC、D、 $D^*$ 、f 值伪彩图,对应的各参数值分别为  $2.13 \times 10^{-3}\ \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $1.66 \times 10^{-3}\ \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $23.03 \times 10^{-3}\ \text{mm}^2/\text{s}$ 、37.18%。

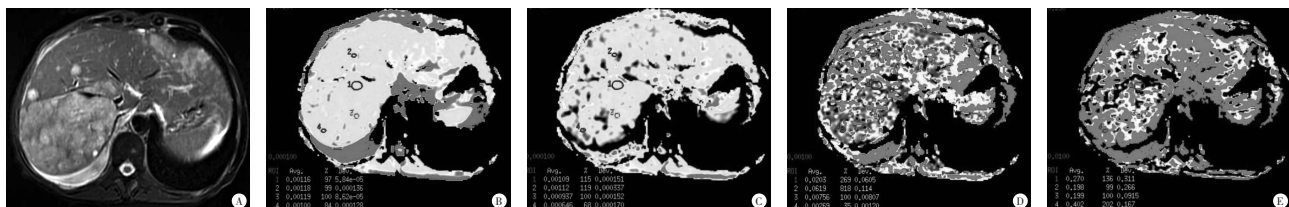


图 2 患者 B,女,62 岁,病理证实为肝转移瘤的磁共振图像

A.DWI( $b=1\ 200\ \text{s/mm}^2$ )显示肝实质可见多处不规则形肿块,边界清晰,呈现欠均匀高信号;B-E.分别为 ADC、D、 $D^*$ 、f 值伪彩图,对应的各参数值分别为  $1.36 \times 10^{-3}\ \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $0.71 \times 10^{-3}\ \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $17.32 \times 10^{-3}\ \text{mm}^2/\text{s}$ 、29.44%。

## 2.2 IVIM-DWI 各参数值在诊断肝癌、肝脏局灶性结节增生上的诊断效能

ADC、D、 $D^*$ 、f 值的 AUC 分别为 0.766、0.863、0.552、0.662,ADC、D、 $D^*$ 、f 值分别以  $1.66 \times 10^{-3}$

$\text{mm}^2/\text{s}$ 、 $0.76 \times 10^{-3}\ \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $21.79 \times 10^{-3}\ \text{mm}^2/\text{s}$  和 34.88% 为最佳阈值,四者在诊断肝癌、肝脏局灶性结节增生的准确度、敏感度和特异度上比较,差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表 2、图 3。

表 2 IVIM-DWI 各参数值在诊断肝癌、肝脏局灶性结节增生上的诊断效能 [ $n(\%)$ ]

参数值	阈值	AUC	95% CI	准确度	敏感度	特异度
ADC	$1.66 \times 10^{-3}\ \text{mm}^2/\text{s}$	0.766	0.679 ~ 0.843	81.48(66/81)	79.41(27/34)	82.98(39/47)
D	$0.76 \times 10^{-3}\ \text{mm}^2/\text{s}$	0.863	0.801 ~ 0.926	88.89(72/81)	88.24(30/34)	89.36(42/47)
$D^*$	$21.79 \times 10^{-3}\ \text{mm}^2/\text{s}$	0.552	0.413 ~ 0.624	56.79(46/81)	52.94(18/34)	59.57(28/47)
f	34.88%	0.662	0.522 ~ 0.739	66.67(54/81)	61.76(21/34)	70.21(33/47)
$\chi^2$ 值				26.024	12.750	13.470
P 值				<0.001	0.005	0.004

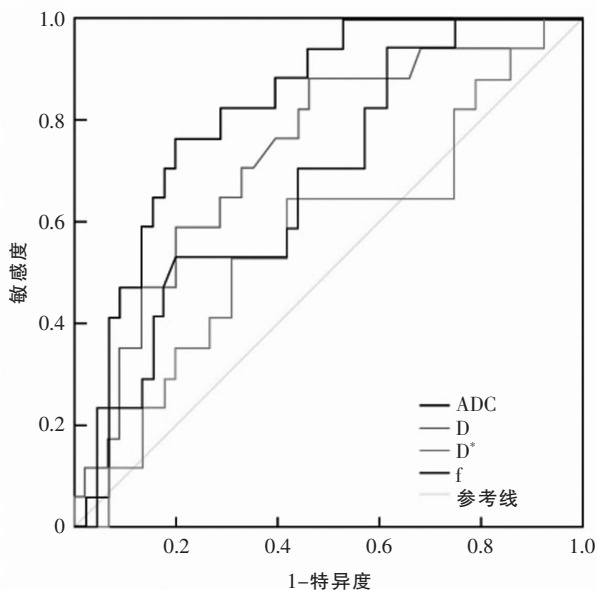


图 3 IVIM-DWI 各参数值的 ROC 曲线

## 3 讨论

DWI 可利用组织内源性水分子的运动变化显示病灶,因其对水分子扩散运动的高度敏感性<sup>[5]</sup>,能够较好地反映组织微观结构变化,目前广泛应用于多种疾病的临床鉴别诊断。

DWI 诊断图像的质量、诊断准确性及病灶检出率主要取决于 b 值的选择,b 值选择较低时受灌注影响较大<sup>[6]</sup>,而高 b 值的图像信噪比较低,伪影明显,对较小病灶的检出影响明显,且容易导致信号丢失<sup>[7]</sup>。IVIM-DWI 可采集多个 b 值的 DWI 图像,同时获得体素内水分子扩散效应和毛细血管网中血流灌注效应的双指数模型<sup>[8-9]</sup>,通过双指数模型算出 D 及灌注相关参数 ( $D^*$ ) 和 f,其中 D 为真实扩散系数,而  $D^*$  与微血管血流灌注效应相关<sup>[10]</sup>。传统 DWI 通过采用单指数模型计算得出的 ADC 值对组

织中水分子扩散运动状态进行定量分析,基于 IVIM 双指数模型的多 b 值 DWI 相比,能够进一步精确量化组织水分子扩散运动和血流灌注情况<sup>[11]</sup>。

本研究中,肝脏局灶性结节增生患者的 ADC 值、D 值高于肝癌患者,与相关报道一致<sup>[12]</sup>。这主要与病变组织结构及病理类型相关,肝脏局灶性结节增生属于良性病变,水分子扩散受限不明显,因此 ADC 值、D 值水平较高。肝癌属于恶性病变,肿瘤实性部分细胞密集程度较高,肿瘤细胞周围间隙较小,核浆比例较高,水分子含量偏少,因此其组织水分子扩散运动容易受限<sup>[13]</sup>,其 ADC 值、D 值均明显低于肝脏局灶性结节增生患者。

在鉴别诊断肝癌、肝脏局灶性结节增生上,ADC、D 值的 AUC 值分别为 0.766、0.863,其准确度、敏感度、特异度分别为 88.89%、88.24%、89.36% 和 81.48%、79.41%、82.98%,结果提示 IVIM-DWI 在鉴别诊断肝癌、肝脏局灶性结节增生上诊断价值较高。而 D 值的准确度、敏感度、特异度均高于 ADC 值,AUC 也高于 ADC 值。上述结果说明,去除微循环灌注  $D^*$  值影响的前提下,D 值能够较好地体现肿瘤细胞在发生恶变后细胞密度增加、细胞膜通透性改变等微观结构改变<sup>[14]</sup>,有利于肝脏肿瘤性质的鉴别诊断。ADC 值同时包含水分子扩散信息和微循环灌注扩散信息<sup>[15]</sup>,受微循环灌注状态  $D^*$  值的影响,在一定程度上掩盖了细胞密度增加等微观变化,进而导致水分子扩散首先,不能较好地体现肿瘤的微观特征变化<sup>[16]</sup>,不利于肝脏肿瘤的定性诊断。

综上所述,IVIM-DWI 在鉴别肝癌、肝脏局灶性结节增生上诊断价值较高。基于 IVIM-DWI 技术,双指数模型计算得出的 D 值在鉴别诊断肝癌、肝脏局灶性结节增生上具有更高地诊断效能, $D^*$  值、f 值则诊断意义不大。

#### 参考文献

[1] 张晨,郑卓肇,赵本琦. 体素内不相干运动扩散加权成像鉴别诊断肝脏实性局灶性病变[J]. 中国介入影像与治疗学,2018,15(7):419-423.

- [2] 左后东,翟昭华,敬宗林,等. 扩散加权成像(DWI)在诊断胃肠道恶性肿瘤中的价值[J]. 川北医学院学报,2018,33(3):334-337.
- [3] Mürtz P, Sprinkart AM, Reick M, et al. Accurate IVIM model-based liver lesion characterisation can be achieved with only three b-value DWI[J]. European Radiology,2018,28(10):1-11.
- [4] 李宏翔,许乙凯,张静,等. 体素不相干运动 DWI 预测肝癌微血管侵犯的价值[J]. 临床放射学杂志,2018,37(9):1475-1479.
- [5] 苗莹莹,于绍楠,李学锋,等. 磁共振体素内不相干运动和扩散峰度成像在肝纤维化诊断中的价值[J]. 中国老年学杂志,2017,37(3):681-683.
- [6] 凌公豪,范晨虹,龙清云,等. 体素内不相干运动扩散加权成像定量参数在肝脏良恶性病变诊断中的价值[J]. 临床放射学杂志,2018,37(3):536-540.
- [7] 朱正,赵心明,周纯武,等. 体素内不相干运动扩散加权成像在肝癌介入治疗预后中的价值[J]. 肿瘤影像学,2018,27(2):82-87.
- [8] Granata V, Fusco R, Filice S, et al. The current role and future perspectives of functional parameters by diffusion weighted imaging in the assessment of histologic grade of HCC[J]. Infectious Agents & Cancer,2018,13(1):23.
- [9] 郑兴菊,王齐艳,李谋,等. 体素内不相干运动扩散加权成像在肝脏和胰腺中的应用及研究进展[J]. 中国普外基础与临床杂志,2016,23(8):1000-1004.
- [10] 赵江涛,孟令平. 体素内不相干运动技术在肝脏疾病中的应用进展[J]. 中国医学影像技术,2017,33(7):1100-1103.
- [11] 马霄虹,王爽,赵心明,等. 体素内不相干运动扩散加权成像对肝癌经导管肝动脉化疗栓塞治疗短期疗效预测及评估价值[J]. 磁共振成像,2017,8(4):248-253.
- [12] 李晓娟,孟晓岩,陈晓,等. 体素内不相干运动磁共振扩散加权成像诊断肝脏占位性病变[J]. 放射学实践,2016,31(6):526-530.
- [13] 韩秉艳,邓佳敏,贾文宵,等. 体素内不相干运动扩散加权成像参数对肝脏肿瘤性质的鉴别诊断效果[J]. 中国肿瘤临床与康复,2017,24(5):549-552.
- [14] 李谋,郑兴菊,黄子星,等. 体素内不相干运动成像判断肝细胞癌的病理分级[J]. 四川大学学报(医学版),2018,49(2):243-247.
- [15] Zhu SC, Liu YH, Wei Y, et al. Intravoxel incoherent motion diffusion-weighted magnetic resonance imaging for predicting histological grade of liver cancer: Comparison with conventional diffusion-weighted imaging: [J]. World Journal of Gastroenterology,2018,24(8):929-940.
- [16] 陈繁,陈天武. 体素内不相干运动扩散加权成像在肝纤维化定量诊断与分期中的研究进展[J]. 国际医学放射学杂志,2017,40(1):46-50.

(收稿日期:2019-11-08

学术编辑:蔡春仙)