

肝脏结节性病变的多 B 值扩散加权成像诊断

郑文龙 吴爱琴 付 垚 张小宇 段伟民

摘 要 **目的** 探讨多 B 值 DWI 双指数函数模式参数在肝脏结节性病变中的诊断与鉴别诊断的价值。**方法** 对 62 例经手术病理或其他方式证实的肝脏结节性病变,其中肝囊肿 13 例,海绵状血管瘤 8 例,原发性肝癌 23 例,转移性肝癌 18 例,行多 B 值 DWI 扫描,B 值取 0、100、200、400、800、1000、1200s/mm²,测量 standard ADC 值、单指数函数 SlowADC - Mono、Fast ADC - Mono 和双指数函数 SlowADC - Bi、Fast ADC - Bi 的定量值,相关数据行统计学分析。**结果** 单因素方差分析,除 standard ADC 外,Slow ADC - Mono、Fast ADC - Mono、Slow ADC - Bi、Fast ADC - Bi 定量值在肝脏结节性病变及正常组织间比较差异均有统计学意义。*LSD* 两两比较,Slow ADC - Mono 在正常组织与结节性病变间比较差异均有统计学意义,在血管瘤与囊肿、囊肿与原发性肝癌、转移性肝癌间比较差异有统计学意义,而血管瘤与原发性肝癌、转移性肝癌间及原发性肝癌与转移性肝癌间比较差异无统计学意义。Fast ADC - Mono 在正常组织与囊肿、血管瘤与原发性肝癌、转移性肝癌间及囊肿与原发性肝癌、转移性肝癌间比较差异有统计学意义。Slow ADC - Bi 在正常组织、各结节性病变间比较差异均有统计学意义。Fast ADC - Bi 在正常组织与原发性肝癌、转移性肝癌间、血管瘤与原发性肝癌、转移性肝癌间、囊肿与原发性肝癌、转移性肝癌间比较差异有统计学意义,其余差异无统计学意义。**结论** 双指数函数模式的 Slow ADC - Bi 和 Fast ADC - Bi 参数在一定程度上反映了肝脏结节性病变的 ADC 特征,并对其诊断与鉴别诊断具有一定意义。

关键词 肝疾病 磁共振成像 扩散加权成像 指数模型

中图分类号 R445.2

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2018.11.025

Diagnosis of Multi B - value Diffusion Weighted Imaging in Hepatic Nodular Lesions. Zheng Wenlong, Wu Aiqin, Fu Yao, et al. Department of Radiology, Cangnan Hospital Affiliated to Wenzhou Medical University, Zhejiang 325800, China

Abstract **Objective** To investigate the value of multi B - value DWI double exponential function model in diagnosis and differential diagnosis of hepatic nodular lesions. **Methods** Totally 62 cases of hepatic nodules (13 cases of hepatic cyst, 8 cases of cavernous hemangioma, 23 cases of hepatocellular carcinoma and 18 cases of metastatic hepatocellular carcinoma) which confirmed by surgery pathology or other methods, were scanned by multi B value DWI of MRI sequence, the B values were set as 0, 100, 200, 400, 800, 1000, 1200s/mm². The quantitative values of standard ADC, single exponential function (Slow ADC - Mono, Fast ADC - Mono) and double exponential function (Slow ADC - Bi, Fast ADC - Bi) were measured, and related data were statistical analyzed. **Results** Used by single factor analysis of variance, except for standard ADC, the quantitative values of slow ADC - mono, fast ADC - mono, slow ADC - bi, fast ADC - bi in the liver nodular lesions and normal tissues differed significantly in statistics. By contrast of *LSD* test, slow ADC - mono had statistical differences between normal tissue and nodular lesions, hemangioma and cyst, cyst and primary liver cancer and metastatic liver cancer. However, the statistical difference between hemangioma and primary liver cancer and metastatic liver cancer, between primary liver cancer and metastatic liver cancer was not found. Fast ADC - mono had statistical differences between normal tissue and cyst, hemangioma and primary liver cancer and metastatic liver cancer, cyst and primary liver cancer and metastatic liver cancer. Slow ADC - Bi in normal tissue and each nodular lesions were statistically different. Fast ADC - Bi had statistical differences between normal tissues and primary liver cancer and metastatic liver cancer, hemangioma and primary liver cancer and metastatic liver cancer, cyst and primary liver cancer and metastatic liver cancer, but the statistical differences of the rest was't found. **Conclusion** The slow ADC - Bi and fast ADC - Bi parameters of the double exponential function model in certain degree reflect the ADC features of hepatic nodular lesions, and have certain significance in diagnosis and differential diagnosis.

Key words Liver diseases; Magnetic resonance imaging; Diffusion weighted imaging; Exponential model

基金项目:浙江省温州市科技计划项目(Y20160473)

作者单位:325800 温州医科大学附属苍南医院(郑文龙、付垚、张小宇、段伟民);325000 温州医科大学附属第二医院(吴爱琴)

通讯作者:郑文龙,电子信箱:zwl6147@126.com

肝脏结节性病变性质多样,包括肿瘤性与非肿瘤性病变及良、恶性病变,其诊断与鉴别诊断一直是困扰临床及影像学的难题。随着 CT 及磁共振增强检查的广泛应用,绝大多数肝脏结节性病变可以得到正确诊断,但也存在一定的局限性:部分结节良、恶性诊断与鉴别诊断存在一定困难,给临床治疗方案的选择、制定带来一定难度。磁共振扩散加权成像(diffusion-weighted imaging DWI)是肝脏占位性病变诊断与鉴别诊断的重要检查方法之一^[1,2]。多 B 值 DWI 对肝脏局灶性病变的诊断价值有关文献尚有争议^[3-5]。本研究应用多 B 值单、双指数函数模式,探讨双指数函数模式参数在肝脏结节性病变中的诊断与鉴别诊断的价值。

对象与方法

1. 研究对象:选取自 2015 年 9 月~2017 年 5 月在笔者医院行上腹部 CT 或超声检查发现肝脏结节性病变且符合本研究要求的病例 62 例,其中男性 38 例,女性 24 例,患者年龄 25~73 岁,中位年龄 46 岁。其中肝囊肿 13 例,肝海绵状血管瘤 8 例,原发性肝癌 23 例,转移性肝癌 18 例(原发灶为食道癌 2 例,胃癌 5 例,乳腺癌 4 例,结肠癌 7 例)。肝囊肿、海绵状血管瘤根据临床资料、超声或 CT、MR 典型表现并半年内随访一次无变化而确定诊断,原发性、转移性肝癌病例由手术或穿刺病理证实。

2. 研究方法:采用 GE Signa HD xt 3.0 T 磁共振成像仪,体部 8 通道相控阵线圈,仰卧位足先进,先行常规序列扫描,横断位 T₁WI、T₂WI-fs、冠状位 SSFSE-T₂WI、其中 55 例并行动态增强扫描。多 B 值 DWI 参数:SE-EPI 序列,并行采集技术,ASPECT

校正,TR=6000ms,TE=minimum,层厚 6mm,层间距 2mm,相位编码 130,频率编码 96,激励次数 4,diffusion direction:All,B 值取 0、100、200、400、800、1000、1200s/mm²,扫描时间 5min,自由呼吸下完成。

3. 图像及数据后处理:将 62 例多 B 值 DWI 扫描图像传送至 GE AW4.5 工作站,利用 Footool 软件,选择 MADC 进行后处理,保存如下 5 种参数伪彩图:Standard ADC 图,反映细胞内、外组织水分子运动单指数模式的 Slow ADC-Mono 图、Fast ADC-Mono 图和双指数模式的 Slow ADC-Bi 图、Fast ADC-Bi 图。感兴趣区(region of interest,ROI)选择范围:信号均匀性病灶,取病灶约 2/3 面积;不均匀病灶,尽可能取信号较均匀处并取其相应面积的 2/3。为了避免误差,由同一医生对两组病灶 5 种参数伪彩图中 ROI 定量值各测量 3 次,取其平均值并作记录。同时将上述两组病例的正常组织处取其相同大小 ROI 做相应的测量并记录。

4. 统计学方法:使用 SPSS 17.0 统计学软件对数据进行统计分析,计量资料用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,各组病灶及正常组织之间比较使用单因素方差分析并做 LSD 两两比较,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

当 B 值取 0、100、200、400、800、1000、1200mm²/s 时,肝脏结节性病变和正常组织对照的 5 种参数值及单因素方差分析见表 1。除 Standard ADC 外,Slow ADC-Mono、Fast ADC-Mono、Slow ADC-Bi、Fast ADC-Bi 定量值在肝脏结节性病变及正常组织间比较差异均有统计学意义(P 均 < 0.05)。

表 1 肝脏结节性病变及正常组织的多 B 值 ADC 参数单因素方差分析($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)

病变	Standard-ADC	SlowADC-Mono	Fast ADC-Mono	Slow ADC-Bi	Fast ADC-Bi
肝囊肿	3.00 ± 0.72	2.10 ± 0.66	22.50 ± 12.56	1.90 ± 0.91	118.90 ± 148.48
肝血管瘤	2.00 ± 0.55	1.40 ± 0.56	18.30 ± 13.26	1.60 ± 0.58	110.20 ± 109.31
原发性肝癌	2.30 ± 4.26	1.30 ± 0.31	11.70 ± 9.17	0.90 ± 1.60	176.00 ± 128.17
转移性肝癌	12.50 ± 46.76	1.30 ± 0.66	9.70 ± 9.70	1.20 ± 1.05	155.40 ± 109.19
正常组织	1.50 ± 1.86	0.80 ± 0.39	13.90 ± 11.96	2.20 ± 0.56	73.30 ± 101.28
<i>F</i>	2.351	31.314	4.048	16.503	6.665
<i>P</i>	0.056	0.000	0.004	0.000	0.000

由于单因素方差分析 Standard-ADC 差异无统计学意义,故对除 Standard ADC 外的 Slow ADC-Mono、Fast ADC-Mono、Slow ADC-Bi 及 Fast ADC-Bi 定量值在结节性病变及正常组织间进行 LSD 两两比较,详见表 2。

从表 2 可见,Slow ADC-Mono 在正常组织与结节性病变间比较差异均有统计学意义,在血管瘤与囊肿、囊肿与原发性肝癌、转移性肝癌间比较差异有统计学意义,而血管瘤与原发性肝癌、转移性肝癌间及原发性肝癌与转移性肝癌间比较差异无统计学意义。

表 2 肝脏正常组织与病变组织的多 B 值 ADC
参数两两比较 ($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)

ADC 参数值	Slow	Fast	Slow	Fast
	ADC - Mono	ADC - Mono	ADC - Bi	ADC - Bi
正常组织与血管瘤	0.000	0.069	0.015	0.118
正常组织与囊肿	0.000	0.006	0.041	0.115
正常组织与原发癌	0.000	0.396	0.000	0.000
正常组织与转移瘤	0.001	0.138	0.000	0.000
血管瘤与囊肿	0.000	0.249	0.023	0.865
血管瘤与原发癌	0.353	0.034	0.000	0.027
血管瘤与转移瘤	0.354	0.010	0.013	0.045
囊肿与原发癌	0.000	0.004	0.000	0.042
囊肿与转移瘤	0.000	0.001	0.003	0.047
原发癌与转移瘤	0.946	0.545	0.043	0.062

Fast ADC - Mono 在正常组织与囊肿、血管瘤与原发性肝癌、转移性肝癌间及囊肿与原发性肝癌、转移性肝癌间比较差异有统计学意义。而 Slow ADC - Bi 在正常组织、各结节性病变间比较差异有统计学意义。Fast ADC - Bi 在正常组织与原发性肝癌、转移性肝癌间、血管瘤与原发性肝癌、转移性肝癌间、囊肿与原发性肝癌、转移性肝癌间比较差异有统计学意义,其余差异无统计学意义(图 1、图 2)。

讨 论

多 B 值扩散加权成像体素不相干运动模型 (intravoxel incoherent motion, IVIM) 具有机体组织的灌注和弥散两方面参数,其 B 值设计了从低到高的一系

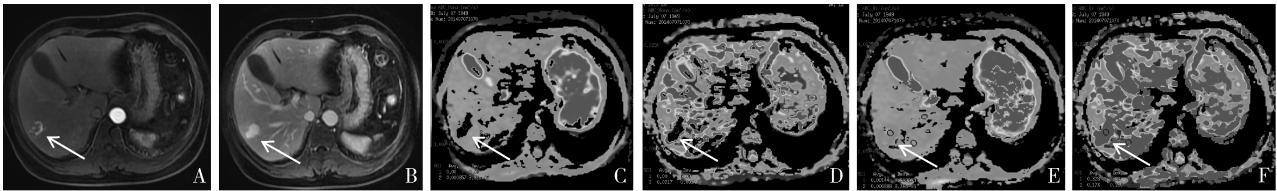


图 1 右肝血管瘤多 B 值单、双指数函数比较

患者,女性,56 岁;A. 增强扫描动脉期,右肝病灶边缘强化(箭头示);B. 增强扫描静脉期,右肝病灶向心性填塞(箭头示);C. Slow ADC - Mono,定量值 = 0.00(箭头示);D. Fast ADC - Mono,定量值 = 0.00(箭头示);E. Slow ADC - Bi,定量值 = 1.44×10^{-3} (箭头示);F. Fast ADC - Bi,定量值 = 328.41×10^{-3} (箭头示)

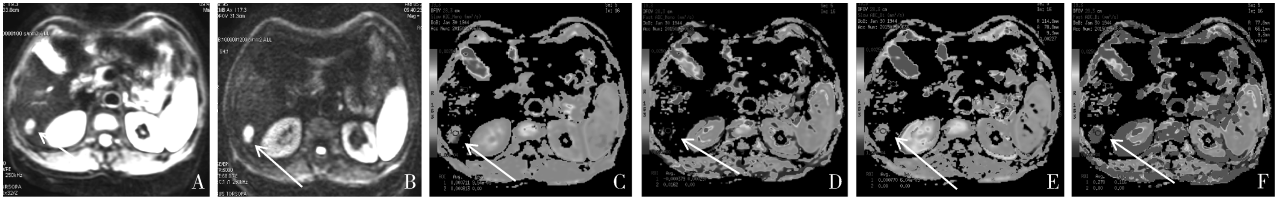


图 2 原发性肝癌多 B 值单、双指数函数比较

患者,男性,71 岁;A. 多 B 值 DWI 序列, $B = 100 \text{ s/mm}^2$, 右肝 VI 段弥散受限结节(箭头示);B. 多 B 值 DWI 序列, $B = 1200 \text{ s/mm}^2$ (箭头示);C. Slow ADC - Mono,定量值 = 0.7×10^{-3} (箭头示);D. Fast ADC - Mono,定量值 = 0.4×10^{-3} (箭头示);E. Slow ADC - Bi,定量值 = 0.77×10^{-3} (箭头示);F. Fast ADC - Bi,定量值 = 270.0×10^{-3} (箭头示)

列数值,低 B 值代表 ADC 值为组织的快速扩散成分的血流灌注情况(即 T_2 透射效应),高 B 值代表 ADC 值为组织的慢速扩散成分,接近水分子的真实扩散情况,高 B 值存在图像高噪声、低信噪比、对病变显示敏感的特点^[6-8]。通过多 B 值 DWI 扫描,可以得到单、双指数函数模式的各种参数,包括 Standrad ADC、Slow ADC - Mono、Fast ADC - Mono、Fraction of Fast ADC - Mono、Slow ADC - Bi、Fast ADC - Bi、Fraction of Fast ADC - Bi。Standrad ADC 代表各个 B 值的平均 ADC 值,Slow ADC - Mono 和 Slow ADC - Bi 分别代表单、双指数函数模式的慢速扩散成分,Fast ADC - Mono 和 Fast ADC - Bi 分别代表单、双指数函

数模式的快速扩散成分,Fraction of Fast ADC - Mono 和 Fraction of Fast ADC - Bi 分别代表单、双指数函数模式的快速扩散成分所占的比例。而快慢两种扩散成分分别代表细胞外水和细胞内水的扩散,两者的生理基础是细胞膜的屏障作用^[9]。

肝脏结节性病变内水分子的扩散运动与病变组织的空间结构密切相关,病变组织细胞成分越多,细胞间隙越小,水分子的扩散运动越受限,ADC 值越小, DWI 呈高信号改变,反之则 ADC 值越大, DWI 呈低信号改变。肝脏囊肿主要成分为液体,细胞密度小,空间间隙大,水分子弥散基本不受限制,表现为 ADC 值大, DWI 呈低信号,且囊肿内部无毛细血管结构,因此缺乏灌注

和弥散特征。肝脏血管瘤组织结构为大小不等的海绵状血窦,窦腔内充满血液,其黏滞度较囊肿内液体明显增大,ADC 值较小,DWI 呈现为高信号。原发性肝癌和转移性肝癌组织结构主要为细胞成分,细胞核大,排列紧密,组织间隙较小,细胞内和细胞间水分子扩散明显受限,ADC 值小,DWI 为高信号改变^[10]。

根据上述结节性病变的空间结构特点,本研究中心脏正常组织与结节性病变在慢扩散成分方面比较,差异均有统计学意义,在快扩散成分单指数函数模式仅正常组织与囊肿比较差异有统计学意义,而快扩散成分双指数函数模式正常组织与原发性肝癌、转移性肝癌比较差异有统计学意义,说明正常肝实质和实质性结节在(代表慢速扩散成分)高 B 值弥散无论单、双指数函数均具有鉴别诊断意义,而低 B 值的血流灌注在正常组织与恶性肿瘤具有鉴别诊断意义。在良性结节性病变的鉴别诊断中,无血流灌注特性的囊肿在高 B 值弥散无论单、双指数函数均与血管瘤具有鉴别诊断意义,而低 B 值的血流灌注无鉴别诊断意义。在良、恶性结节的鉴别诊断中,囊肿与原发性肝癌、转移性肝癌无论单、双指数函数及高、低 B 值均有鉴别诊断意义,血管瘤与原发性肝癌、转移性肝癌在双指数函数的高、低 B 值有鉴别诊断意义,而单指数函数高 B 值弥散无鉴别诊断意义,低 B 值血流灌注反而有意义。原发性肝癌、转移性肝癌的鉴别仅双指数函数高 B 值有鉴别诊断意义。上述结果说明不同的生理和病理情况下,水分子在细胞内和细胞外自由扩散速度不同及组织病理和细胞特性不同,可以导致代表细胞内水扩散的 Slow ADC 定量值下降程度不同,而 Slow ADC - Bi 定量值比 Slow ADC - Mono 定量值下降程度更大、更为敏感。代表细胞外水扩散及血流灌注的单、双指数 Fast ADC 在原发性肝癌和转移性肝癌均与良性结节性病变比较,差异有统计学意义,说明了恶性肿瘤组织生长快,血管密集,血流丰富,微循环灌注活跃,细胞外水分子扩散快。与囊肿相比,血管瘤具有较丰富的血管组织,在低 B 值时易受血流灌注影响,导致较高的 ADC 值^[11]。目前有关研究基本认为,多 B 值 DWI 对肝脏良、恶性肿瘤的诊断与鉴别诊断具有肯定意义,但对于不同的恶性肿瘤,其诊断与鉴别诊断意义尚有一些争议,且缺乏深入研究^[12-15]。夏林峰等^[11]认为,肝细胞癌、肝转移瘤及胆管细胞癌之间,无论 B 值选择多少,其 ADC 值差异均无统计学意义,缺乏鉴别诊断价值,而阿丽亚·艾则孜等^[16]研究表明,ADC_{per} 值在肝脏良恶性

病变之间及肝癌与转移瘤之间比较差异有统计学意义。而本组资料结果表明,多 B 值指数函数模式在肝脏结节性鉴别诊断中具有一定意义,且双指数函数模式比单指数函数模式更具优势。

综上所述,双指数函数模式的 Slow ADC - Bi 和 Fast ADC - Bi 参数在一定程度上反映了结节性病变的细胞弥散特征,多 B 值 DWI 的双指数函数模式对结节性病变的诊断与鉴别诊断具有一定意义,尤其对于 MR 或者 CT 增强有禁忌证的患者。

参考文献

- 1 刘锴,黄健峰,丁玉琴,等.多 b 值肝脏扩散加权成像:导航触发与自由呼吸技术的对比研究[J].中国医学计算机成像杂志,2016,22(2):132-137
- 2 Di Martino M, Di Misco R, De Filippis G, et al. Detection of small (≤ 2 cm) HCC in cirrhotic patients: added value of diffusion MR - imaging[J]. Abdom Imaging, 2013, 38(6):1254-1262
- 3 Watanabe H, Kanematsu M, Goshima S, et al. Characterizing focal hepatic lesions by free - breathing intravoxel incoherent motion MRI at 3.0 T[J]. Acta Radiol, 2014, 55(10):1166-1173
- 4 Zhu L, Cheng Q, Luo W, et al. A comparative study of apparent diffusion coefficient and intravoxel incoherent motion - derived parameters for the characterization of common solid hepatic tumors[J]. Acta Radiol, 2015, 56(12):1411-1418
- 5 Yoon JH, Lee JM, Yu MH, et al. Evaluation of hepatic focal lesions using diffusion - weighted MR imaging: comparison of apparent diffusion coefficient and intravoxel incoherent motion - derived parameters [J]. J Magn Reson Imaging, 2014, 39(2):276-285
- 6 蔡崧,崔兴宇,王国祥,等.胆囊癌多 b 值磁共振扩散加权成像的临床应用[J].医学影像学杂志,2013,23(10):1579-1583
- 7 刘再毅,陈鑫,颜丽芬,等.b 值对肝脏磁共振扩散加权成像 ADC 值及其可重复性的影响[J].中国医学影像学杂志,2013,21(5):370-373
- 8 吴琼,付旷,赵芸,等.体素内不相干运动扩散加权成像在肝脏疾病诊疗中的应用[J].临床肝胆病杂志,2015,31(10):1744-1747
- 9 胡瑶,胡道予,王秋霞,等.多 b 值 DWI 指数模型对胰腺肿瘤鉴别诊断价值初探[J].放射学实践,2014,29(3):305-309
- 10 郭岗,朱柳红,孙政文,等.基于多 b 值弥散加权成像的肝脏占位性病变信号变化特点的研究[J].功能与分子医学影像学:电子版,2013,2(2):46-49
- 11 夏林峰,闫瑞芳,闫海龙,等.多 b 值 DWI 对肝脏局灶性占位性病变的诊断价值研究[J].中国医学计算机成像杂志,2016,22(2):138-142
- 12 韦素岚,叶枫,余小多,等.体素内不相干运动 DWI 对肝脏良恶性病变的诊断价值[J].放射学实践,2016,31(4):364-368
- 13 鲁果果,高雪梅,程敬亮,等.单、双指数模型扩散加权成像鉴别诊断肝脏良、恶性肿瘤的价值[J].中华放射学杂志,2015,49(1):47-51
- 14 王明杰,邹建勋,陈旭高,等.体素内不相干运动扩散加权成像在肝脏肿瘤病变中的诊断价值[J].医学影像学杂志,2015,25(12):2161-2165
- 15 应明亮,肖文波,许顺良,等.体素内不相干运动扩散加权成像在肝脏良恶性病变鉴别诊断及血流灌注评价中的初步应用[J].中华肝脏病杂志,2016,24(11):840-845
- 16 阿丽亚·艾则孜,赛福丁·柯尤木,王禄伟,等.多 b 值 DWI 在肝脏良恶性肿瘤鉴别诊断中的应用研究[J].中国临床医学影像学杂志,2014,25(12):860-869 (收稿日期:2017-12-26) (修回日期:2017-12-29)