

论 著

不同b值下弥散加权成像及表观弥散系数在老年肺部肿瘤的临床研究*

1. 辽宁省金秋医院放射科

(辽宁 沈阳 110000)

2. 辽宁省金秋医院特诊科

(辽宁 沈阳 110000)

马佳宁¹ 杨 萍² 李乐义¹

【摘要】目的 分析不同b值下弥散加权成像(DWI)与表观弥散系数(ADC)用于老年肺部肿瘤良恶性鉴别诊断的价值。**方法** 采用分层整群抽样回顾性分析的方法,抽取我院2015年7月至2018年12月接诊的肺部肿瘤患者100例为研究对象,全部患者均接受磁共振技术弥散加权成像,分析不同病理性肿瘤的弥散加权成像表现,对比不同良恶性肿瘤在不同b值下弥散加权成像信号强度分布情况及其对应的ADC值,经受试者操作特征曲线(ROC曲线)计算不同b值下ADC值对应曲线面积。**结果** 100例老年肺部肿瘤患者中,检出良性肿瘤、恶性肿瘤例数分别为51例、49例。不同b值恶性肿瘤低信号占比均低于良性肿瘤,高信号占比均高于良性肿瘤,差异有统计学意义($P < 0.05$);不同b值下,恶性肿瘤ADC值均低于良性肿瘤,差异有统计学意义($P < 0.05$);且随着b值的升高,全部肺部肿瘤患者ADC值均呈下降趋势,差异有统计学意义($P < 0.05$);不同b值下ADC值ROC曲线下对应面积分别为0.884、0.834、0.754, $AUC > 0.5$ 可作为鉴别诊断肺部肿瘤良恶性的有效指标,且以b值为 $500\text{s}/\text{mm}^2$ 时所得到的ADC指曲线下面积最大,在ADC值取1.470时,可获得最高诊断效能。**结论** b值为 $500\text{s}/\text{mm}^2$ 下的弥散加权成像技术信号强度与表观弥散系数用于老年肺部肿瘤良恶性鉴别诊断有着较高价值,患者整体表观弥散系数值随b值的升高而减小。

【关键词】 肺部肿瘤; 老年患者; 弥散加权成像; 不同b值; 表观弥散系数; 鉴别诊断

【中图分类号】 R445.2; R734.2

【文献标识码】 A

【基金项目】 辽宁省科学技术计划项目(2013225089)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.02.011

通讯作者: 马佳宁

Clinical Study on Diffusion Weighted Imaging and Apparent Diffusion Coefficient under Different b Values in Differential Diagnosis of Senile Patients with Lung Tumor*

MA Jia-ning, YANG Ping, LI Le-yi. Department of Radiology, Liaoning Jinqiu Hospital, Shenyang 110000, Liaoning Province, China

[Abstract] **Objective** To analyze the value of diffusion weighted imaging (DWI) and apparent diffusion coefficient (ADC) under different b values in differential diagnosis of senile patients with benign or malignant lung tumor. **Methods** The stratified cluster sampling retrospective analysis method was adopted. 100 patients with lung tumor admitted in the hospital from July 2015 to December 2018 were selected as the research subjects. All the patients underwent DWI of magnetic resonance imaging, and the DWI findings of tumors with different pathological properties were analyzed. The distribution of DWI signal intensity and its corresponding ADC values of different benign and malignant tumors under different b values were compared. The receiver operating characteristic curve (ROC curve) was used to calculate the corresponding curve area of ADC values under different b values. **Results** Among 100 senile patients with lung cancer, 51 cases of benign tumor and 49 cases of malignant tumor were detected; The low signal ratio of malignant tumors under different b values was lower than that of benign tumors, and the high signal ratio of malignant tumors was higher than that of benign tumors, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). Under different b values, the ADC values of malignant tumors were lower than those of benign tumors, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). With the increase of b value, the ADC values of all lung tumor patients showed a downward trend, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The corresponding areas under the ROC curve of different b values were 0.884, 0.834, 0.754, respectively. $AUC > 0.5$ can be used as an effective index for differential diagnosis of benign or malignant lung tumors. When the b value was $500\text{s}/\text{mm}^2$, the area under the ADC index curve was the largest. When the ADC value was 1.470, the highest diagnostic efficiency can be obtained. **Conclusion** The signal intensity and ADC of DWI technique with the b value of $500\text{s}/\text{mm}^2$ are of high value for the differential diagnosis of benign and malignant lung tumors. The overall ADC of patients decreases with the increase of b value.

[Key words] Lung Tumor; Senile Patients; Diffusion Weighted Imaging; Different B Values; Apparent Diffusion Coefficient; Differential Diagnosis

肺癌在我国恶性肿瘤致死原因中居首位,因其早期症状不具备典型性,故多数患者在确诊时已经发展至中晚期,预后较差,可见疾病早期发展对治疗及预后的意义^[1]。目前,将磁共振成像用于胸部检查难度较大,这是因为血管波动、呼吸、胸部心跳等产生的伪影将影响到图像质量,在低质子密度与肺组织磁敏感伪影的共同作用下将导致任何实性组织在任一序列上呈低信号^[2-3]。弥散加权成像(Diffusion-weighted imaging, DWI)是一种新的磁共振成像方式,目前已被建议作为恶性肿瘤的生物标记, DWI不仅能够提供细胞膜完整性及组织细胞密度等生物信息,同时还能间接反映组织功能状态及微观结构的改变,在疾病的鉴别诊断上可提供分子水平信息^[4-5]。DWI最初被用于中枢神经系统,后随着该技术的不断发展,尤其是采集技术、运动伪影抑制、多通道线圈等诸多技术的出现,被越来越多的用于器官组织检

查,并逐渐被用于肺部肿瘤鉴别诊断,在肺癌诊断鉴别、分期及疗效评估等方面价值与潜力目前已被国外诸多研究证实^[6-8]。基于此背景,本研究回顾性分析了我院近几年接受DWI检查的100例肺部肿瘤患者临床资料,旨在分析不同b值下DWI成像与表观弥散系数用于老年患者肺部肿瘤鉴别诊断的价值,以期为未来肺部肿瘤良恶性鉴别诊断提供参考。现报告如下。

1 资料与方法

1.1 纳入对象 采用分层整群抽样回顾性分析的方法,抽取我院2015年7月至2018年12月接诊的肺部肿瘤患者100例作为研究对象,全部患者临床资料均完整,年龄均≥60岁,均接受常规胸部CT检查显示肺内有肿块,直径>1cm,患者一般状况良好,在此前均未接受放射治疗或化学治疗,均接受磁共振扫描,并接受手术治疗,经穿刺活检病理或随访证实为良性或恶性肿瘤,患者均无胸部CT及磁共振扫描禁忌证。排除临床资料不全者、合并其他组织器官肿块者、影像学检查前接受放射治疗或化学治疗者、年龄<60岁或>90岁者、胸部CT检查与磁共振检查间隔时间>7d者。

1.2 一般资料 本次研究纳入的100例肺部肿瘤患者中,男性患者76例,女性患者24例;年龄

60~88岁,平均(71.12±5.64)岁;体重40~85kg,平均(65.11±10.24)kg;就诊原因:38例痰中带血或咳血,65例咳痰35例胸闷,24例胸痛,13例发热,19例患者经全身健康体检发现肺部异常病灶但无明显症状;62例患者有吸烟史(包括57例男性,5例女性);实验室检查结果:100例患者中接受肿瘤4项检查者65例,其中24例癌胚抗原升高,8例血清铁蛋白升高。

1.3 方法 全部患者均接受磁共振技术弥散加权成像,仪器为Philips Ingenia 3.0T MR,线圈为Torsopa相控阵表面线圈。扫描方法如下:(1)FSE-T₂WI序列经横断面呼吸触发,扫描参数:扫描时间:6000ms,回波时间88.5ms,扫描野:40cm,回波链长:17,层厚:9mm,间隔:2mm,采集次数:2.00次,矩阵:320×224;(2)FSE-T₁WI序列经R波触发(横断面心电触发),扫描参数:扫描时间:667ms,回波时间11.0ms,扫描野:40cm,层厚:9mm,间隔:2mm,采集次数:1.00次,矩阵:320×160;(3)触发横断面SSFSE-T₂WI序列,扫描参数:扫描时间:1800ms,回波时间89.2ms,扫描野:40cm,层厚:9mm,间隔:2mm,采集次数:0.57次,矩阵:384×224;(4)触发横断面DWI序列,扫描参数:扫描时间:6667ms,回波时间68.0ms,扫描野:40cm,层

厚:9mm,间隔:2mm,采集次数:6.00次,矩阵:128×130;首先为患者开展ASSET扫描,后进行DWI检查,采集患者自由呼吸下的图像,分别取0s/mm²、500s/mm²、800s/mm²、1000s/mm²,分别施加敏感梯度脉冲在X轴、Y轴、Z轴3个方向上;(5)冠状面或横断面3D FSPGR序列,扫描参数:扫描时间:115ms,回波时间1.2ms,扫描野:40cm,层厚:9mm,间隔:2mm,采集次数:1次,矩阵:288×192。后将原始数据传输至工作站,经软件自动生成表观弥散系数(ADC)与DWI图,在横断面DWI上,参照胸髓信号,选择最大病灶分层,对其信号强度进行分级,包括:(1)低信号:低于平面肌肉信号;(2)稍低:处于平面肌肉与胸髓信号间;(3)等信号:等于胸髓信号;(4)高信号:较胸髓信号高。选择感兴趣区(ROI),应避开出血及坏死区,选出相同面积的3个ROI,面积范围在70~700mm²之间,并计算ADC平均值,分析b值不同组病灶良恶性病变情况及其ADC值表达。

1.4 统计学方法 应用SPSS20.0统计学软件处理数据,以($\bar{x} \pm s$)表示计量资料,组间比较采用独立样本t检验,组内比较采用单因素方差分析检验,以百分比表示计数资料,用 χ^2 检验,采用受试者操作特征曲线,即ROC曲线检验不同b值下ADC值对肺部

表1 不同b值下弥散加权成像信号强度分布n(%)

肿瘤良恶性	500s/mm ²				800s/mm ²				1000s/mm ²			
	低信号	稍低信号	等信号	高信号	低信号	稍低信号	等信号	高信号	低信号	稍低信号	等信号	高信号
恶性(n=49)	0	8(16.33)	16(32.65)	25(51.02)	5(10.20)	8(16.33)	14(28.57)	22(44.90)	8(16.33)	14(28.57)	16(32.65)	11(22.45)
良性(n=51)	19(37.25)	13(25.49)	13(25.49)	6(11.76)	21(41.18)	16(31.37)	11(21.57)	3(5.88)	27(52.94)	13(25.49)	8(15.69)	3(5.88)
χ^2	22.537	1.265	0.623	18.004	12.460	3.102	0.654	20.288	14.726	0.120	3.944	5.697
P	<0.001	0.261	0.430	<0.001	<0.001	0.078	0.419	<0.001	<0.001	0.729	0.047	0.017

表2 不同b值下恶性肿瘤ADC值比较($\bar{x} \pm s$)

肿瘤良恶性	500s/mm ²	800s/mm ²	1000s/mm ²	F	P
恶性(n=49)	2.13 ± 0.55	1.75 ± 0.50	1.46 ± 0.36	20.607	< 0.001
良性(n=51)	1.50 ± 0.30	1.26 ± 0.23	1.18 ± 0.18	16.737	< 0.001
t	7.149	6.337	4.949	-	-
P	< 0.001	< 0.001	< 0.001	-	-

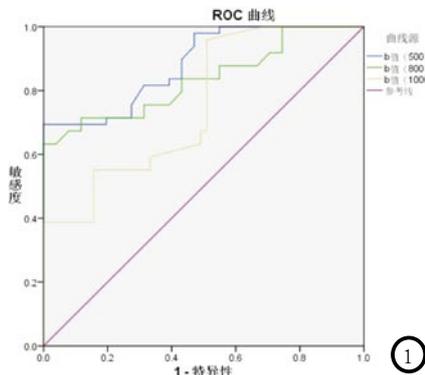


图1 不同b值下ADC值的ROC曲线分析

肿瘤良恶性病变的鉴别诊断效能, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 病理结果 100例肺部肿瘤患者病灶最大直径为1.2~10.6cm, 平均(3.94 ± 1.79)cm; 其中良性肿瘤51例, 肿瘤最大直径为1.2~7.5cm, 平均(3.29 ± 1.21)cm。其他49例恶性肿瘤疾病中, 患者病灶最大直径为2~10.6cm, 平均(4.81 ± 2.01)cm; 其中26例鳞状细胞癌, 14例腺癌, 9例小细胞癌。

2.2 影像表现 49例恶性肿瘤患者经磁共振平扫后其形态表现如下: 17例不规则形, 8例结节状, 11例类圆形, 13例分叶状; 33例边界不清, 16例边界清; 25例有毛刺征, 24例有胸水, 8例出现脊柱转移和脑转移, 支气管被肿块包绕者11例, 邻近肿瘤胸膜增厚者13例, 肺不张5例。51例良性肿瘤患者经磁共振平扫后形态表现如下: 5例不规则形, 19例结节状, 11例类圆形, 16例楔形; 27例边界不清, 24例边界清; 8

例毛刺征, 16例邻近肿瘤胸膜增厚, 2例胸腔积液。

2.3 不同b值DWI信号强度

100例病灶中, 恶性肿瘤患者多表现为等信号或高信号, 良性肿瘤患者则主要表现为低信号或稍低信号。随着b值升高, 肿瘤实性病灶信号强度越弱。不同b值恶性肿瘤低信号占比均低于良性肿瘤, 高信号占比均高于良性肿瘤, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表1。

2.4 不同b值下恶性肿瘤ADC值

不同b值下, 恶性肿瘤ADC值均低于良性肿瘤, 差异有统计学意义($P < 0.05$); 且随着b值的升高, 全部肺部肿瘤患者ADC值均呈下降趋势, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表2。

2.5 诊断价值

经ROC曲线分析发现, 不同b值下ADC值ROC曲线下对应面积分别为0.884、0.834、0.754, $AUC > 0.5$ 可作为鉴别诊断肺部肿瘤良恶性的有效指标, 且以b值为500s/mm²时所得到的ADC指曲线下面积最大, 在ADC值取1.470时, 可获得最高诊断效能, 敏感性、特异性、约登指数分别为0.837、0.764、0.573。见图1。

3 讨论

人体组织内大量微小水分子运动不停进行的无规则运动即布朗运动, 属于热运动的一种, 受细胞内环境的直接影响^[9]。DWI技术能将这种微观运动与大体解剖结合, 实现对水分子活动的活体

无创评价, 并通过分子水平反映器官、组织的病理生理情况^[10]。肿瘤细胞增殖、胞外间隙减小、排列致密, 将限制外质子运动, 肿瘤细胞核随之变大、胞质减少、细胞器增多, 从而限制内质子运动^[11]。因不同分化程度肺肿瘤间存在间质、排列方式及细胞密度等差异, 故组织内部特征可经质子扩散方式评价^[12-13]。由此推断, 不同良恶性肺肿瘤组织经DWI扫描可能存在信号强度与ADC值的差别。

因信号强度可因自旋水分子运动出现缺失, 而这类信号强度的缺失又可经ADC值量化, 故选择不同的b因子或b值对成像序列的敏感性也各异, 现今该技术已广泛用于包括肝脏、乳腺等在内的体部疾病诊断^[14]。质子密度低是肺组织重要特征, 极易受到血管搏动、心跳等影响, 若想获得自主呼吸状态下的图像则需要结合呼吸与心电门触发技术, 保证图像的质量^[15]。结合肺部组织的特点与DWI技术的特性, 目前认为DWI是评价肺部肿瘤、淋巴结与转移灶的主要成像方法。扩散系数即b值, 是一种扩散敏感因子, 是一种为患者实施DWI扫描时由操作者根据患者情况确定的扫描参数^[16], 但对于b值的应用与选择目前仍有较大争议, 一方面为了确保ADC的精确性与真实性, 需最大限度保证b值的条件扫描, 这对减少甚至抑制微血管灌注对弥散图像质量产生的影响尤为关键, 可确保被检组织ADC值更接近组织真实扩散值^[17-18]; 另一方面还需控制DWI图像的质量, 此时应确保b值的选择能够尽可能减少几何变形、磁敏感伪影等对信噪比与对比噪声比的影响^[19-20]。由此可见, 在检查期间操作者需谨慎选择b值, 达到ADC值与对比噪声比

及对信噪比间的平衡,这对获得结果是否精确意义重大。本研究应用3.0T扫描仪,在500s/mm²、800s/mm²、1000s/mm² 3个不同的b值下检测100例老年肺部肿瘤患者ADC值,结果显示,不同b值下,恶性肿瘤ADC值均低于良性肿瘤,且随着b值的升高,全部肺部肿瘤患者ADC值均呈下降趋势;而在诊断价值方面结果显示,b值在500s/mm²时获得的ADC值其ROC曲线下面积最大,且在鉴别值取ADC值为1.475mm²/s时,带来的诊断效能最好,且敏感性、特异性及约登指数也更理想。表明b值选择500s/mm²时用于肺部肿瘤良恶性鉴别诊断的价值较高,能够很好的兼顾ADC的真实性与成像质量。值得注意的是,因本研究纳入病例少,且病理类型局限,故未对ADC值与肿块细胞密度的相关性进行分析,故还应在未来展开大样本量的研究进一步观察。

综上所述,b值为500s/mm²下的弥散加权成像技术信号强度与表观弥散系数用于老年肺部肿瘤良恶性鉴别诊断有着较高价值,患者整体表观弥散系数值随b值的升高而减小。

参考文献

[1] 陈华东,谭必勇,唐伟华,等.胸部CT联合肿瘤标志物对肺癌的诊断价值[J].贵州医药,2017,41(7):764-766.

[2] Yin G, Li C, Chen H, et al. Predicting brain metastases for non-small cell lung cancer based on magnetic resonance imaging[J]. Clinical & Experimental Metastasis, 2017, 34(2): 1-10.

[3] Kaza E, Collins D, Symonds-Taylor R, et al. 143: Magnetic resonance imaging (MRI) in patients with non-small cell lung cancer (NSCLC) using active breathing coordinator motion control[J].

Lung Cancer, 2015, 87(1): S52-S52.

[4] Shen G, Jia Z, Deng H. Apparent diffusion coefficient values of diffusion-weighted imaging for distinguishing focal pulmonary lesions and characterizing the subtype of lung cancer: a meta-analysis[J]. Eur Radiol, 2016, 26(2): 556-566.

[5] Perezlopez R, Blackledge MD, Mossop H, et al. Abstract 3973: Diffusion-weighted imaging of bone metastases as treatment response biomarker in prostate cancer[J]. Cancer Res, 2016, 76(14 Supplement): 3973-3973.

[6] Hyun-Jung K, So-Yeon L, Ri SY, et al. The Value of Diffusion-Weighted Imaging in the Differential Diagnosis of Ovarian Lesions: A Meta-Analysis[J]. Plos One, 2016, 11(2): e0149465.

[7] Zhang X, Fu Z, Gong G, et al. Implementation of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in target delineation of central lung cancer accompanied with atelectasis in precision radiotherapy[J]. Oncol Lett, 2017, 14(3): 2677.

[8] Usuda K, Funasaki A, Sekimura A, et al. FDG-PET/CT and diffusion-weighted imaging for resected lung cancer: correlation of maximum standardized uptake value and apparent diffusion coefficient value with prognostic factors[J]. Med Oncol, 2018, 35(5): 66.

[9] 吴其晔. 布朗运动在现代高分子物理学的重要地位[J]. 高分子通报, 2015, 27(1): 67-72.

[10] 何丽, 蒋瑾. MRI弥散加权成像ADC值在颅内生殖细胞瘤诊疗中的应用价值[J]. 现代肿瘤医学, 2017, 25(6): 987-990.

[11] Wang Q, Li F, Shi W, et al. Overexpression of DJ-1 correlates with aggressive clinicopathological characteristics and poor prognosis in malignant tumors: a meta-analysis[J]. Oncotargets Ther, 2018, 11: 3931-3942.

[12] 沈鸿鹄, 王琳, 周晶, 等. 多b值MRI弥散加权成像诊断肺部良恶性肿瘤的价值[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2017, 31(3): 270-273.

[13] Li Ruibin, Wu Guangyao, Wang Rui. Application values of 3.0T magnetic resonance diffusion weighted imaging for distinguishing liver malignant tumors and benign lesions[J]. Oncol Lett, 2018, 15(2): 2091-2096.

[14] 孙明华, 刘斌. 多b值下表观弥散系数值对肺部良、恶性病变的诊断效能[J]. 中国现代医学杂志, 2016, 26(12): 67-72.

[15] 潘婷, 吴光耀, 周欣. 超级化~(129)Xe磁共振肺成像应用研究[J]. 临床放射学杂志, 2016, 35(1): 157-159.

[16] 王建军, 汪卫建. 3.0T MRI多b值弥散加权成像联合ADC值对卵巢癌诊断的价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16(7): 113-115, 封3.

[17] 刘黎琴. 高场MRI平扫和多组b值DWI技术在前列腺癌的诊断价值比较[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16(1): 111-113, 124.

[18] Mazaheri Y, Vargas HA, Oguz Akin M D, et al. Reducing the influence of b-value selection on diffusion-weighted imaging of the prostate: Evaluation of a revised monoexponential model within a clinical setting[J]. J Magn Reson Imaging, 2012, 35(3): 660-668.

[19] Zhang JL, Sigmund EE, Rusinek H, et al. Optimization of b-value sampling for diffusion-weighted imaging of the kidney[J]. Magn Reson Med, 2015, 67(1): 89-97.

[20] Dyvorne HA, Galea N, Nevers T, et al. Diffusion-weighted imaging of the liver with multiple b values: effect of diffusion gradient polarity and breathing acquisition on image quality and intravoxel incoherent motion parameters—a pilot study[J]. Radiology, 2013, 266(3): 920-929.

(本文编辑: 张嘉瑜)

【收稿日期】2019-01-26