

论 著

指数表观扩散系数在
盆腔肿大淋巴结良恶性
鉴别中的价值*

1.曲靖市第一人民医院磁共振科

(云南 曲靖 655000)

2.曲靖市第一人民医院骨科

(云南 曲靖 655000)

3.四川大学华西医院放射科

(四川 成都 610041)

金玉梅^{1, #} 王叶武^{2, #} 李 谋³张 军³ 程彦达¹ 冯 敏¹宋 彬^{3, *}

【摘要】目的 探讨指数表观扩散系数(eADC值)在盆腔肿大淋巴结良、恶性鉴别诊断中的价值;比较eADC值、ADC值鉴别肿大淋巴结性质效能的差别。

方法 回顾性分析经病理确诊的盆腔良、恶性肿大淋巴结的影像资料,比较二者eADC值、ADC值、体积、T₂信号强度、动、静脉期对比增强率;eADC图、ADC图组织对比度的差异。结果 恶性淋巴结组的eADC值大于良性淋巴结组(0.549±0.084, 0.405±0.132, P=0.00),差异有统计学意义(P<0.05);eADC值、ADC值鉴别肿大淋巴结性质的曲线下面积分别是0.846、0.942,差异无统计学意义(Z=1.444, P=0.149);eADC图的组织对比度大于ADC图(1.645±0.534, 0.632±0.09),差异具有统计学意义。结论 eADC值定量分析可用于盆腔肿大淋巴结的良、恶性鉴别诊断;eADC值、ADC值鉴别肿大淋巴结的效能无明显差异;eADC图的组织对比度较ADC图高,图像显示模式更符合MRI阅片习惯。

【关键词】DWI成像;eADC值;淋巴结;鉴别诊断

【中图分类号】R445.2; R322.2+5

【文献标识码】A

【基金项目】中华国际医学交流基金会2019 SKY影像
科研基金项目资助(Z-2014-07-1912)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.10.045

The Value of Exponential Apparent
Diffusion Coefficient in the Differentiation
of Benign from Malignant Pelvic Enlarged
Nodes*JIN Yu-mei^{1, #}, WANG Ye-wu^{2, #}, LI Mou³, ZHANG Jun³, CHENG Yan-da¹, FENG Min¹, SONG Bin^{3, *}.

1.Department of MRI, Qujing No.1 Hospital, Qujing 655000, Yunnan Province, China

2.Department of Orthopedics, Qujing No.1 Hospital, Qujing 655000, Yunnan Province, China

3.Department of Radiology, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan Province, China

ABSTRACT

Objective To evaluate the value of exponential apparent diffusion coefficient (eADC) in the differential diagnosis of benign from malignant pelvic enlarged lymph nodes comparing the different abilities of eADC value and ADC value in identifying enlarged pelvic lymph nodes. **Methods** The data of benign (n=20) and malignant (n=30) pelvic enlarged lymph nodes confirmed by pathological diagnosis were analyzed retrospectively. The eADC value, ADC value, size, T₂ signal intensity, and arterial and venous phase-contrast enhancement rate of the lymph node were measured. The contrast rate of soft tissue on eADC map and ADC map were compared too. **Results** The eADC value of the malignant lymph node group was higher than that of the benign lymph node group (0.549 ± 0.084, 0.405 ± 0.132, P=0.00). The difference was statistically significant (P<0.05). The area under the curve of eADC value and ADC value in identify benign and malignant pelvic enlarged lymph nodes were 0.846 and 0.942, respectively. But there was no significant difference between them (Z=1.444, P=0.149). The tissue contrast rate on eADC map was higher than that of ADC map (1.645 ± 0.534, 0.632 ± 0.09). The difference was statistically significant (P<0.05). **Conclusion** Quantitative analysis of eADC value can distinguish the benign enlarged pelvic lymph nodes from malignant ones. The ability of eADC value and ADC value in the differential diagnosis of benign from malignant pelvic enlarged lymph nodes has no significant difference. But the tissue contrast rate on eADC map is higher, and the lesions are displayed more intuitively than that of ADC map, which is more consistent with the routine imaging reading habit of a doctor.

Keyword: DWI; eADC; Lymph Nodes; Differential Diagnosis

盆腔淋巴结是指分布于双侧腹股沟、髂血管旁的淋巴结群,能产生免疫细胞,参与免疫应答,是重要的周围免疫器官^[1]。不同病因如炎症、转移瘤、反应性增生均可导致淋巴结肿大^[2]。淋巴结良、恶性判定不仅与疾病的性质、临床分期有关,而且与患者的治疗方案、手术方案选择,化疗区域的划定、预后及生存密切相关^[3]。有研究表明发生淋巴结转移患者术后5年生存率明显减低^[4]。临床常根据淋巴结的大小如长径是否大于1.5cm,形态如淋巴门是否存在、边缘是否光整,动静脉期增强程度判断其性质,但是对于早期淋巴结转移、跳跃式转移、发生了肿瘤转移但淋巴结形态改变不明显的病例,凭借淋巴结形态判断淋巴结良恶性的方法具有局限性^[5]。磁共振成像较CT、B超成像软组织分辨率高,具有功能成像的优势,一定程度上能定量体现、揭示病变的病理改变。在临床工作中穿刺活检是判定肿大淋巴结良、恶性的“金标准”,但是淋巴结体积相对较小,靠近髂血管的淋巴结的穿刺活检难度较大,穿刺活检为有创操作,具有出血、感染等风险^[6]。因此,一种无创、可重复、具有较高诊断灵敏度和特异度的判定淋巴结良、恶性的方法于临床大有裨益。

指数表观扩散系数值(exponential apparent diffusion coefficient, eADC值)属磁共振功能成像^[7],是量化水分子扩散运动程度的参数之一,能从细胞分子水平揭示病变的性质^[8],具有无创性。其不仅能敏感地检出病灶,而且通过负指数换算,拉大了病变组织与正常组织的信号强度比,显示病灶更直观。但是eADC值能否用于盆腔肿大淋巴结良、恶性的鉴别,eADC值鉴别肿大淋巴结性质的能力是否优于

#【第一作者】金玉梅,女,主治医师,主要研究方向:腹部影像诊断。E-mail: 454426641@qq.com

王叶武,男,主治医师,主要研究方向:关节与运动医学。E-mail: 361030113@qq.com

*【通讯作者】宋 彬,男,主任医师,主要研究方向:腹部影像诊断。E-mail: cjr.songbin@vip.163.com

ADC值的相关研究鲜有报道，故本研究探讨eADC值在盆腔肿大淋巴结良、恶性鉴别诊断中的价值，同时比较eADC值与ADC值诊断肿大淋巴结良恶性效能的差异，以期为临床提供无创、定量判断肿大淋巴结性质的方法，指导临床治疗方案的选择。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2018年5月至2020年2月在曲靖市第一人民医院因盆腔占位并盆腔淋巴结肿大(长径大于15mm)，行手术治疗，术后具有明确肿大淋巴结、盆腔占位病变性质病理结果的85例患者的临床、影像及病理资料。依据纳入、排除标准筛选研究对象。纳入标准：具有确定淋巴结性质并对肿大淋巴结位置进行分组定位记录的病理结果；磁共振检查前未对增大淋巴结进行过任何治疗；检查序列完整，包括磁共

振常规T₂WI、T₁WI、DWI、增强扫描序列；具有完整的eADC图、ADC图影像资料；MR图像质量符合影像诊断标准。排除标准：无明确淋巴结性质、未对肿大淋巴结进行分组定位记录的病理结果；MR图像质量不符合影像诊断标准。按上述标准进行筛选，最后50例患者纳入研究，其中男10例、女40例；年龄23~72岁，平均年龄(42.1±2.1)岁；良性肿大淋巴结20例(20枚淋巴结，附件结核6例，卵巢脓肿10例，浆液性囊腺瘤4例)，恶性肿大淋巴结30例(30枚淋巴结，宫颈癌4例，直肠癌12例，子宫内膜癌8例，卵巢癌6例)。

1.2 检查方法 采用GE Signa Explorer 1.5T MR扫描仪；采用腹部16通道线圈；患者仰卧位，脚先进；扫描范围自双侧腋前上峭至耻骨联合水平；行盆腔常规T₂WI、T₁WI、DWI、增强扫描。具体序列名称及参数见表1。

表1 磁共振扫描序列及参数

项目	轴位T ₂ WI	轴位T ₁ WI	轴位DWI(b=1000s/mm ²)	轴位增强扫描
序列名称	T ₂ -TSE-FS	T ₁ -TSE	FS-SE-EPI	LAVA- FLEX
频率FOV(mm)	38	38	40	38
相位FOV(%)	100	110	100	100
重复时间(ms)	3885	79	4179	6.4
回波时间(ms)	58	10	70	4.2
层厚(mm)	5	5	5	4
层间距(mm)	1	1	0	0
矩阵(mm ²)	320×320	320×320	96×96	300×300
视野(mm ²)	256×256	224×224	128×128	210×210
时间(s)	128	122	192	123
NSA(次)	2	2	1	1

1.3 图像后处理及测量 选中扫描后的DWI序列，进入GE AW 4.7后处理工作站，自动启动DWI数据后处理包，进入eADC图、ADC图界面。根据病理报告对肿大淋巴结的分组定位，结合平扫、增强扫描图像，找到与病理结果相对应的肿大淋巴结；由两位高年资(副主任医师)医生双盲勾画感兴趣区。在eADC、ADC伪彩图上测量肿大淋巴结的ADC值、eADC值，在eADC、ADC灰阶图上测量肿大淋巴结、臀肌信号强度；在平扫T₂WI图像上测量肿大淋巴结体积(肿大淋巴结的最大截面积×层数)；在T₁WI、增强扫描动脉期(注入造影剂后20s)、静脉期(注入造影剂后30s)图像上测量肿大淋巴结信号强度。计算对比增强率=(增强后信号强度-增强前T₁WI平扫信号强度)/T₁WI平扫信号强度；测量时在肿大淋巴结的最大横截面上勾画感兴趣区(region of interest ROI)，避开淋巴结的坏死、囊变、出血区域，在淋巴结实质部分进行测量；每个肿大淋巴结随机测量3次，取平均值为最终结果；采用kappa检验进行组内一致性分析。

1.4 统计学分析 采用SPSS 20.0统计软件包进行统计分析；连续性变量以($\bar{x} \pm s$)表示；采用峰度和偏度系数法对所有数据进行正态性检验(峰度系数和偏度系数绝对值均小于1.96)；服从正态分布的计量资料组间比较采用独立样本t检验；绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)评价eADC值、ADC值鉴别肿大淋巴结性质的效能，采用DeLong检验比较二者曲线下面积差异；P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 良、恶性淋巴结组的形态特征及eADC值、ADC值比较 恶性肿大淋巴结的eADC值大于良性肿大淋巴结，ADC值小于良性肿大淋巴结，差异具有统计学意义(t=-4.327、7.887；P=0.031、0.038)。良、恶性组肿大淋巴结的体积大小、T₂WI信号强度、动脉期对比增强率、静脉期对比增强率差异无统计学意义，见表2。

表2 良、恶性淋巴结组的形态特征及eADC值、ADC值比较

组别	体积(cm ³)	T ₂ 信号强度(ms)	动脉期对比增强率(%)	静脉期对比增强率(%)	eADC值(-)	ADC值(×10 ⁻³ mm ² /s)
良性淋巴结组	10.427±1.02	669.6±55.1	1.758±0.83	1.216±0.475	0.405±0.132	1.447±0.200
恶性淋巴结组	13.24±6.53	592.67±33.94	1.385±0.292	1.228±0.313	0.549±0.084	0.950±0.242
t	-0.413	2.109	0.735	-0.037	-4.327	7.887
P	0.697	0.089	0.503	0.973	0.000	0.000

2.2 eADC值、ADC值鉴别盆腔肿大淋巴结良、恶性的效能比较 eADC值鉴别肿大淋巴结性质的曲线下面积(AUC)为0.846, 说明eADC值具有较好地鉴别肿大淋巴结良恶性的效

能; eADC值、ADC值鉴别盆腔肿大淋巴结的AUC比较, 差异无统计学意义(Z 值=1.444, P =0.149), 说明eADC值、ADC值鉴别盆腔肿大淋巴结性质的诊断效能无明显差异。详情见表3。

表3 eADC值、ADC值鉴别肿大淋巴结性质效能比较

	曲线下面积(AUC)	截断值	敏感性(%)	特异性(%)	阳性预测值(%)	阴性预测值(%)	约登指数
eADC值	0.846	0.47	85	86.7	80.9	89.6	0.717
ADC值	0.942	1.21	90	86.7	81.8	92.8	0.767

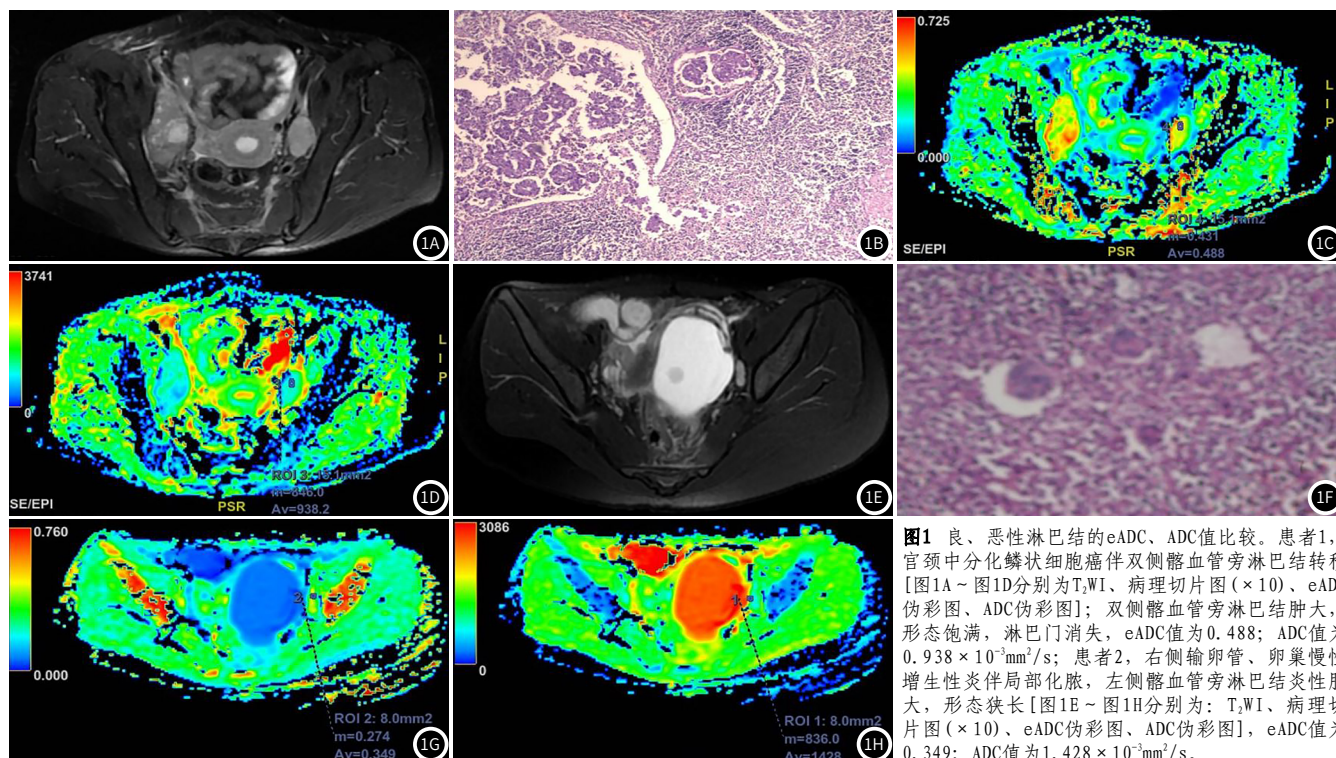


图1 良、恶性淋巴结的eADC、ADC值比较。患者1, 宫颈中分化鳞状细胞癌伴双侧髂血管旁淋巴结转移[图1A~图1D分别为T₂WI、病理切片图($\times 10$)、eADC伪彩图、ADC伪彩图]; 双侧髂血管旁淋巴结肿大, 形态饱满, 淋巴门消失, eADC值为0.488; ADC值为 $0.938 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$; 患者2, 右侧输卵管、卵巢慢性增生性炎伴局部化脓, 左侧髂血管旁淋巴结炎性肿大, 形态狭长[图1E~图1H分别为: T₂WI、病理切片图($\times 10$)、eADC伪彩图、ADC伪彩图], eADC值为0.349; ADC值为 $1.428 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 。

2.3 eADC图、ADC图组织对比度比较 eADC图组织对比度为 1.645 ± 0.534 , ADC图组织对比度为 0.632 ± 0.09 , 二者差异具有统计学意义($P < 0.05$), 见图2。

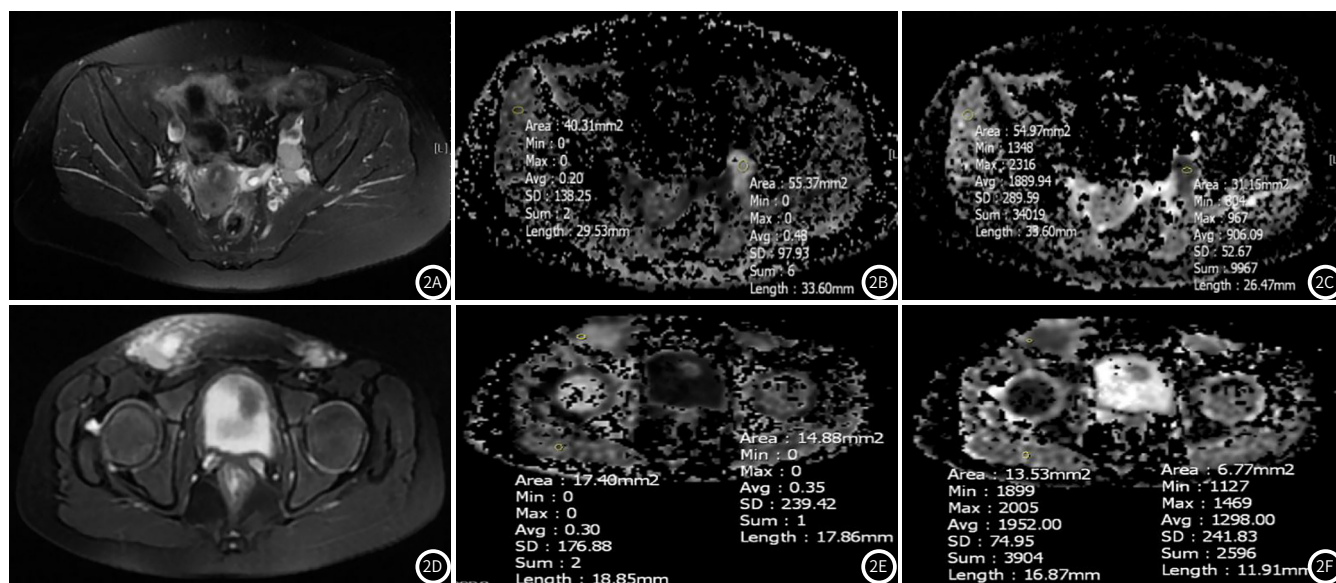


图2 eADC图、ADC图组织对比度比较

3 讨论

肿大淋巴结良恶性的判断一直是临床关注的重点,与之相关的CT、B超的研究亦不少^[9-12],但尚未见指数表现弥散系数应用于盆腔淋巴结性质鉴别的报道。eADC值具有与ADC值相似的鉴别盆腔肿大淋巴结性质的能力,但eADC图通过负指数换算,拉大了组织间的信号强度差异,翻转病灶-正常组织“黑-白”显示模式为“白-黑”显示模式,病灶显示更直观、敏感,更符合MR阅片习惯。本研究发现恶性肿大淋巴结的eADC值(0.549 ± 0.084)大于良性肿大淋巴结(0.405 ± 0.132),差异具有统计学意义($t = -4.327$, $P = 0.000$)。这主要是因为恶性淋巴结受肿瘤细胞的侵入,淋巴细胞异型性明显、核浆比增大^[13],肿瘤细胞迅速增殖导致细胞密度增高;细胞排列紧密,细胞外间隙变窄,水分子弥散运动受限程度较良性淋巴结明显^[14],在DWI图上呈高信号。同时恶性淋巴结细胞密度高,质地实,含水量减少^[15],在T₂WI图上呈等、稍高信号。根据eADC值的计算公式,eADC值等于DWI信号强度除以T₂信号强度,分子数值增大,分母数值减小,eADC值增大,故恶性淋巴结的eADC值大于良性淋巴结。Zhuang等^[15]研究也发现,b值为1000s/mm²时,恶性卵巢上皮肿瘤的eADC值(0.423 ± 5.96)大于良性卵巢上皮肿瘤(0.279 ± 5.78 , $P < 0.05$),eADC值有较好地鉴别卵巢上皮肿瘤良、恶性的效能。谌业荣^[16]利用eADC值鉴别甲状腺结节的良恶性时发现,b值取300、500、800s/mm²时,恶性甲状腺结节组eADC值均高于良性甲状腺结节组,差异有统计学意义($P < 0.05$),说明eADC值能从细胞分子水平揭示病变性质。本研究中良、恶性淋巴结的体积大小、T₂WI信号强度、动脉期对比增强率、静脉期对比增强率差异无统计学意义,可能是由于纳入研究的样本量较少,凭借肿大淋巴结的形态信号特征鉴别肿大淋巴结性质具有一定的局限。

本研究发现eADC值、ADC值鉴别盆腔肿大淋巴结良、恶性的效能没有明显差异($AUC = 0.846$ 、 0.942 , $P = 0.149$),可能因为在既定磁场强度的同一磁共振扫描仪、同一b值取值的情况下,二者量化水分子弥散运动受限程度的能力、本质没有改变^[17],二者是负指数关系。刘三春^[18]研究发现eADC值与ADC值在前列腺外周带恶性病变与良性前列腺组织的判断上效果相仿。Zhuang等^[15]研究发现eADC值与ADC值对卵巢良恶性病变的鉴别诊断效能相似,二者均可用于卵巢良恶性病变的鉴别诊断。本研究发现,eADC图的组织对比度较ADC图高(1.645 ± 0.534 ; 0.632 ± 0.09 ; t 值 $= -4.568$, P 值 $= 0.001$),这主要是因为eADC图消除了T₂信号的影响,具有较好的背景信号抑制,显示病灶更敏感^[19]。同时eADC值是ADC值的负指数运算结果,其信号的显示与ADC图信号相反——病变组织在ADC图上呈低信号,在eADC图上呈高信号,在eADC图上“病灶-背景”呈“白-黑”显示模式,该模式更直观地凸显病变组织,符合MR常规阅片习惯^[20]。Deng等^[17]认为在eADC图上病变组织呈高信号,周围正常组织呈低信号,构成了在相对黑的背景下凸显高信号病灶的显示模式,该模式符合常规MR图像阅片习惯。谢宗源^[21]认为在eADC图上,灰阶变化体现的是组织的eADC值的大小,通过对ADC值负指数化转换,拉大了组织

间的对比度,故eADC图较ADC图有更高的组织对比度,显示病灶更直观。

本研究的不足之处:(1)b值取值单一。b值不同,eADC值、ADC值受血流灌注影响的权重不同^[22]。本研究仅探讨了b值为1000s/mm²时eADC值鉴别肿大淋巴结的效能,低b值(< 200 s/mm²)、高b值(> 1400 s/mm²)时鉴别淋巴结性质的效能未进行讨论。(2)样本量较小,有关淋巴结形态信号特征鉴别淋巴结良、恶性的价值有待进一步深入研究。

综上所述,eADC值定量分析能鉴别盆腔肿大淋巴结的良、恶性,指导临床疾病分期、治疗方案的选择;eADC图较ADC图具有较高的组织对比度,eADC图病灶显示模式更符合MR常规阅片习惯;eADC值的定量分析可以无创性指导临床医师判断盆腔肿大淋巴结的性质,具有重要临床意义。

参考文献

- [1] Chai R, Ma H, Xu M, et al. Differentiating axillary lymph node metastasis in invasive breast cancer patients: A comparison of radiomic signatures from multiparametric breast MR sequences [J]. *Magn Reson Imaging*, 2019, 50 (4): 1125-1132.
- [2] Chen C, Lin Z, Xiao Y, et al. Role of diffusion-weighted imaging in the discrimination of benign and metastatic parotid area lymph nodes in patients with nasopharyngeal carcinoma [J]. *Sci Rep*, 2018, 8 (1): 281-283.
- [3] Guo L, Liu X, Liu Z. Differential detection of metastatic and inflammatory lymph nodes using intravoxel incoherent motion diffusion-weighted imaging [J]. *Magn Reson Imaging*, 2020, 65 (2): 62-66.
- [4] Promsorn J, Soontrapa W, Somsap K, et al. Evaluation of the diagnostic performance of apparent diffusion coefficient (ADC) values on diffusion-weighted magnetic resonance imaging (DWI) in differentiating between benign and metastatic lymph nodes in cases of cholangiocarcinoma [J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2019, 44 (2): 473-481.
- [5] Zhu Y, Li X, Ang F, et al. Intravoxel incoherent motion diffusion-weighted magnetic resonance imaging in characterization of axillary lymph nodes: Preliminary animal experience [J]. *Magn Reson Imaging*, 2018, 52 (4): 46-52.
- [6] Zhou Y, Zhou G, Gao X, et al. Apparent diffusion coefficient value of mass-forming intrahepatic cholangiocarcinoma: A potential imaging biomarker for prediction of lymph node metastasis [J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2020, 45 (10): 3109-3118.
- [7] Zhou Y, Yu T, Rui X, et al. Effectiveness of diffusion-weighted imaging in predicting cervical lymph node metastasis in head and neck malignancies [J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 2020, 131 (1): 122-129.
- [8] Zhang H, Hu S, Wang X, et al. Using diffusion-weighted MRI to predict central lymph node metastasis in papillary thyroid carcinoma: A feasibility study [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2020, 11 (5): 326-328.
- [9] Laukka M, Mannisto S, Beule A, et al. Comparison between CT and MRI in detection of metastasis of the retroperitoneum in testicular germ cell tumors: a prospective trial [J]. *Acta Oncol*, 2020, 59 (6): 660-665.
- [10] Li F, Hu J, Jiang H, et al. Diagnosis of lymph node metastasis on rectal cancer by PET-CT computer imaging combined with MRI technology [J]. *J Infect Public Health*, 2019, 13 (9): 1347-1353.

- [11] 邹伟, 韦璐, 覃夏丽, 等. MSCT纹理影像对原发性直肠癌患者淋巴结转移的预测效果[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(2): 127-129.
- [12] 张文升, 韩文梅, 袁书堂. DWI在诊断膀胱癌患者术前淋巴结转移中的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(1): 152-154, 164.
- [13] Mih L, Suo S, Cheng J, et al. The invasion status of lymphovascular space and lymph nodes in cervical cancer assessed by mono-exponential and bi-exponential DWI-related parameters [J]. Clin Radiol, 2020, 75(10): 763-771.
- [14] Papk J, Bae Y, Choi S, et al. Texture analysis of multi-shot echo-planar diffusion-weighted imaging in head and neck squamous cell carcinoma: The diagnostic value for nodal metastasis [J]. J Clin Med, 2019, 8(11): 1789-1795.
- [15] Zhuang Y, Wang T, Zhang G. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging (DWI) parameters in benign and malignant ovarian tumors with solid and cystic components [J]. J Coll Physicians Surg Pak, 2019, 29(2): 105-108.
- [16] 谌业荣. eADC值在甲状腺乳头状癌与甲状腺腺瘤鉴别诊断中的价值[J]. 临床放射学杂志, 2018, 7(37): 1092-1096.
- [17] Deng L, Wang Q, Peng Y, et al. Combined subjective and quantitative analysis of magnetic resonance images could improve the diagnostic performance of deep myometrial invasion in endometrial cancer [J]. Clin Imaging, 2017, 43(2): 69-73.
- [18] 刘三春. 弥散加权成像eADC值在鉴别诊断前列腺良恶性结节中的应用价值[J]. 中国医药导报, 2020, 4(17): 159-162.
- [19] Shuto K, Kono T, Shiratori T, et al. Diagnostic performance of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in assessing lymph node metastasis of esophageal cancer compared with PET [J]. Esophagus, 2020, 17(3): 239-249.
- [20] Wang Y, Xu Q, Hu H, et al. Histogram analysis of apparent diffusion coefficient maps for the differentiation between lymphoma and metastatic lymph nodes of squamous cell carcinoma in head and neck region [J]. Acta Radiol, 2018, 59(6): 672-680.
- [21] 谢宗源. DWI及DCE-MRI对直肠癌区域良恶性淋巴结的诊断价值[J]. 天津医药, 2019, 6(47): 575-579.
- [22] Wang T, Gao T, Yang J, et al. Preoperative prediction of pelvic lymph nodes metastasis in early-stage cervical cancer using radiomics nomogram developed based on T2-weighted MRI and diffusion-weighted imaging [J]. Eur J Radiol, 2019, 114: 128-135.

(收稿日期: 2021-03-03)