

IVIM-DWI 多模型参数分析对宫颈癌的诊断价值

程楠, 吕星海, 任克, 卢涛, 王永峰

【摘要】 目的:探讨体素不相干运动扩散加权成像(IVIM-DWI)多模型参数分析对宫颈癌的诊断价值。**方法:**对经病理证实的、未经化放疗的 29 例宫颈癌患者(宫颈癌组)和 23 例宫颈正常患者(正常宫颈组)行 11 个 b 值的(0~1000 s/mm²)IVIM-DWI 扫描,分别测量宫颈癌组织和正常宫颈内膜组织的单指数模型、双指数模型及拉伸指数模型参数值,使用两独立样本 t 检验比较两组间各参数值的差异,采用受试者工作特征(ROC)曲线评价各参数值的预测值及诊断效能,采用 Pearson 双侧检验法分析宫颈癌组 ADC_{stand}值与其他参数值间的相关性, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。**结果:**宫颈癌组的 ADC_{stand}、ADC_{slow}、F_{fast}、DDC、 α 值明显低于正常宫颈组,ADC_{fast} 高于正常宫颈组(P 均 <0.05)。宫颈癌组的 II b 期和 III b 期病例间各参数值差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。宫颈癌组的 ADC_{slow} 的 ROC 曲线下面积最大(0.986),DDC 的 ROC 曲线下面积次之(0.97)。宫颈癌组的 ADC_{stand} 与 ADC_{slow}、DDC 均呈正相关($r=0.898, 0.629, P$ 均 <0.05)。**结论:**IVIM-DWI 能够有效区分宫颈癌组织与正常宫颈组织,双指数模型参数 ADC_{slow} 和拉伸指数模型参数 DDC 的诊断效能优于单指数模型参数 ADC_{stand},对宫颈癌的诊断具有重要价值。

【关键词】 体素内不相干运动; 拉伸指数模型; 子宫颈癌; 磁共振成像; 扩散加权成像

【中图分类号】 R445.2; R737.33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)02-0157-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.02.013

Diagnostic value of intravoxel incoherent motion DWI multiple models parameter analyses in cervical cancer CHENG Nan, LV Xing-hai, REN Ke, et al. Department of Radiology, the First Hospital of China Medical University, Shenyang 110010, China

【Abstract】 Objective: To investigate the diagnostic value of intravoxel incoherent motion diffusion-weighted imaging (IVIM-DWI) with multiple models parameter analyses in cervical cancer. **Methods:** 29 cases of patients with pathologically confirmed cervical cancer without the radiotherapy and 23 cases of patients with normal cervix with uterus myoma underwent IVIM scan with 11 b values (0~1000s/mm²). The parameter values of the monoexponential model, the biexponential model and the stretched-exponential model were calculated respectively in cervical cancer tissue and the normal cervical endometrial tissue, and compared using two independent sample t test. The prediction parameters and diagnostic efficiency were compared by drawing receiver operating characteristic curve (ROC). The ADC_{stand} was correlated with the ADC_{slow}、ADC_{fast}、F_{fast}、DDC and α by using Pearson correlation analysis. $P<0.05$ was considered to indicate a significant difference. **Results:** The ADC_{stand}、ADC_{slow}、F_{fast}、DDC and α of cervical cancer were significantly lower than those of normal cervix, the ADC_{fast} of cervical cancer was higher than that of normal cervix ($P<0.05$). Analysis revealed no statistically significant difference of all parameter values between the two stages (II b、III b) of cervical cancer ($P>0.05$). The largest areas under ROC curve was the cervical cancer ADC_{slow} (0.986) and the second was the cervical cancer DDC (0.97). The ADC_{stand} of cervical cancer was positively correlated with ADC_{slow} and DDC ($r=0.898, 0.629, P<0.05$). **Conclusion:** IVIM-DWI can be used to reflect the characteristics of the microenvironment of cervical cancer. Diagnostic efficiency of the ADC_{slow} and DDC was better than that of ADC_{stand}, ADC_{slow} and DDC have important value for the diagnosis of cervical cancer.

【Key words】 Intravoxel incoherent motion; Stretched exponential model; Cancer of cervix; Magnetic resonance imaging; Diffusion weighted imaging

宫颈癌是女性最常见的妇科恶性肿瘤之一,且列为全球妇女癌症死亡原因的第 3 位,近年来呈增长趋势^[1]。扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)技术虽然广泛应用于宫颈癌的术前诊断、个体化治疗方案的选择及预后疗效评价等方面,但其不能准确地反映水分子的微观运动信息。体素内不相干运动

(intravoxel incoherent motion, IVIM)扫描是 DWI 技术的延伸,可定量测量多个解析模型的参数值,用于量化体素内水分子运动的微循环灌注成分和扩散运动成分^[2,3],较传统 DWI 更具优势,近年来,已应用到前列腺癌的诊断^[4]、肝纤维化严重程度评估^[5]、乳腺良恶性病变的鉴别诊断^[6]等方面。本研究采用多 b 值的单指数模型、双指数模型、拉伸指数模型,探讨 IVIM-DWI 在宫颈癌诊断中的价值。

作者单位: 110010 沈阳,中国医科大学第一医院放射科

作者简介:程楠(1984—),女,黑龙江鸡山县人,硕士,主治医师,主要从事腹部影像学诊断工作。

通讯作者:刘屹, E-mail: liuyicmu@sina.cn

材料与方法

1. 研究对象

选取经病理证实的、未经化放疗的 29 例宫颈癌患者(其中鳞癌 25 例,腺癌 4 例)作为宫颈癌组,同期选取 23 例因子宫肌瘤行 MRI 检查的宫颈正常患者作为正常宫颈组。宫颈癌组:年龄 41~79 岁,中位年龄 52 岁;按照 FIGO 分期,其中 II b 期 9 例,III b 期 20 例。正常宫颈组:年龄 29~80 岁,中位年龄 53 岁。

2. 仪器与方法

采用美国 GE 3.0T signa HDxt 磁共振扫描仪,8 通道阵列体线圈。入组患者均行仰卧位盆腔扫描。扫描序列及参数:①横轴面 TSE T₁WI,TR 450 ms,TE 102 ms,视野 34 cm×34 cm,层厚 6 mm,层间距 0.6 mm,激励次数 2;②横轴面 TSE T₂WI,TR 6000 ms,TE 102 ms,视野 34 cm×34 cm,层厚 6 mm,层间距 0.6 mm,激励次数 2;③矢状面 TSE T₂WI,TR 5000 ms,TE 102 ms,视野 33 cm×33 cm,层厚 6 mm,层间距 0.6 mm,激励次数 2;④矢状面 IVIM-DWI,选取 11 个 b 值(b=0、10、30、50、75、100、150、300、500、800、1000 s/mm²,激励次数分别为 2、2、2、2、2、2、2、2、2、6、8),TR 4000 ms,TE 88 ms,视野 36 cm×36 cm,层厚 5 mm,层间距 0.5 mm,层数 15,矩阵 160×160,扫描时间 6 min 12 s。

3. 图像分析与测量

所得数据经 GE ADW 4.4 工作站进行后处理,使用 Functool MADC 软件得出多 b 值 IVIM 各模型参数图。宫颈癌组:避开囊变和坏死区域,选取 b=800 s/mm²时,病灶实性部分面积最大的扫描层面内,扩散受限信号较高部位手动绘制 ROI,ROI 面积≥50 mm²,测量 3 次取平均值。正常宫颈组:选取宫颈内膜显示清晰层面,沿正常宫颈内膜的轮廓手动绘制 ROI,ROI 面积≥50 mm²,测量 3 次取平均值;所有入组病例测量的参数包括标准表观扩散系数(standard apparent diffusion coefficient, ADC_{stand})、慢速表观扩散系数(slow apparent diffusion coefficient, ADC_{slow})、快速表观扩散系数(fast apparent diffusion coefficient, ADC_{fast})、快速扩散所占比例(F_{fast})、分布扩散系数(distributed diffusion coefficient, DDC)和扩散异质性指数(α)值。

4. 统计学分析

采用 SPSS 17.0 软件进行统计学分析。使用 Kolmogorov-Smirnov 检验方法检测各参数值是否符合正态分布;采用两独立样本 t 检验比较两组间各参数值的差异,同时采用同样方法比较宫颈癌组内不同分期病例间各参数值的差异;采用 Pearson 双侧检验法分析宫颈癌组 ADC_{stand} 值和其他参数值的相关性;利用受试者工作特征(ROC)曲线评价各参数值对宫

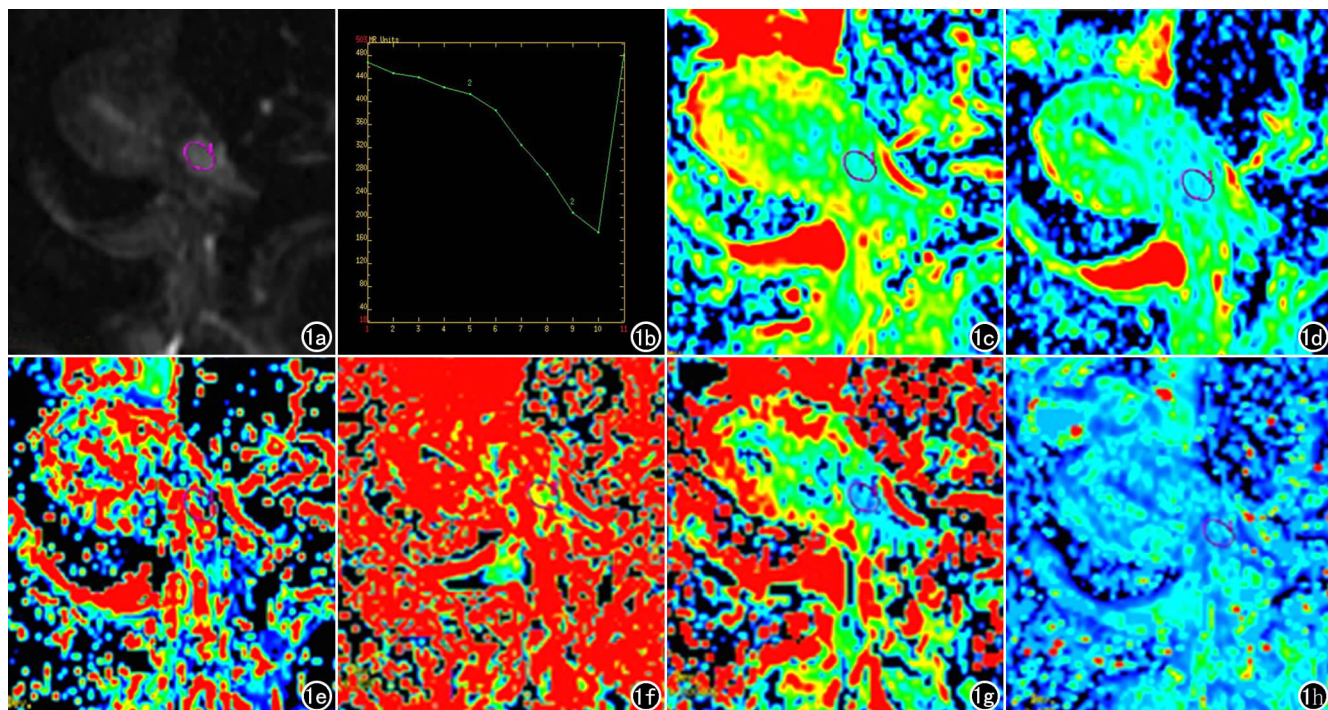


图1 女,57岁,宫颈癌。a)矢状面DWI(b=800s/mm²)示子宫颈后壁可见类圆形扩散受限高信号影,邻近宫颈基质及深肌层受累;b)双指数模型各b值扩散信号强度图显示病灶扩散信号强度随b值增加逐渐衰减;c)ADC_{stand}伪彩图显示病变部位呈偏蓝色信号;d)ADC_{slow}伪彩图显示病变部位信号呈混杂蓝色;e)ADC_{fast}伪彩图显示病变内可见红色信号;f)F_{fast}伪彩图显示病变部位呈黄色信号;g)DDC伪彩图显示病变部位呈深蓝色信号;h)α伪彩图显示病变部位呈蓝色信号。

颈癌的诊断效能及最佳诊断阈值。以 $\alpha=0.05$ 为检验水准, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

IVIM-DWI 扫描后经后处理软件拟合得出的各参数数值图见图 1。宫颈癌组的 ADC_{stand} 、 ADC_{slow} 、 F_{fast} 、 DDC 、 α 值明显低于正常宫颈组, ADC_{fast} 值高于正常宫颈组(P 均 <0.05 , 表 1)。宫颈癌组 II b 期、III b 期病例间 ADC_{stand} 、 ADC_{slow} 、 ADC_{fast} 、 F_{fast} 、 DDC 及 α 值差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。

各参数值对宫颈癌的诊断效能及最佳诊断阈值见表 2, 其中, ADC_{slow} 的 ROC 曲线下面积(AUC)最大(0.986), 其敏感度为 100%, 特异度为 91.30%, 诊断阈值为 $0.92 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; DDC 的 AUC 次之(0.970), 其敏感度为 87.5%, 特异度为 100%, 诊断阈值为 $1.19 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ (图 2)。Pearson 相关性检测结果显示, 宫颈癌组的 ADC_{stand} 与 ADC_{slow} 、 DDC 均呈正相关($r=0.898, 0.629, P$ 均 <0.05)。

讨 论

本研究将拉伸指数模型与单、双指数模型相结合, 定量测量和分析宫颈癌患者 IVIM-DWI 各模型的参数值, 结果显示 IVIM-DWI 可以量化宫颈癌组织内的微循环灌注和扩散运动成分, 为临床提供有利的影像学信息。

单指数模型的参数 ADC_{stand} , 它是活体组织微循环灌注及水分子扩散两者综合作用的拟合^[2], 近似于传统 DWI 的 ADC 。部分研究^[7-10]指出 ADC 与细胞密度成反比。本研究中, 宫颈癌组织的 ADC_{stand} 值低于正常宫颈组织, 这与宫颈癌细胞密度增大, 细胞外间隙减少, 水分子扩散明显受限有关。 ADC_{stand} 值的减低有助于区分正常组织与肿瘤组织, 这与 Liu 等^[11] 的研

究结果一致。另外, 本组宫颈癌 II b 期与 III b 期病例间的 ADC_{stand} 值差异无统计学意义, 可能与本组不同分期的宫颈组织的恶性分化程度相似有关。

双指数模型的参数分别为 ADC_{slow} 、 ADC_{fast} 和 F_{fast} 。本研究测得的宫颈癌组织的 ADC_{slow} 值明显低于正常宫颈组织, 源于宫颈癌细胞的异型性和过度增殖使细胞间纯水分子扩散明显受限; 肿瘤细胞核增大而胞浆减少, 细胞内的水分子扩散亦受限, 从而使代表细胞内外的真正水分子扩散效应的 ADC_{slow} 降低, 这与 Luciani 等^[3] 的研究结果一致。另外, 本研究得出, ADC_{slow} 与 ADC_{stand} 呈明显正相关($r=0.898, P<0.05$), 表明 ADC_{slow} 越低, ADC_{stand} 越低, 恶性程度越高^[12], 由此, 通过 ADC_{slow} 值的大小变化, 可推测出不同部位肿瘤组织的恶性程度, 为治疗方案的选择及预后提供更多有价值的信息。本研究结果显示, 宫颈癌组及正常宫颈组的 ADC_{stand} 值均高于 ADC_{slow} 值, 即含有两种运动信息的 ADC_{stand} 值高于代表一种真正水分子扩散的 ADC_{slow} 值, 超出部分可认为是受微循环灌注影响的部分, 该结果从侧面证实双指数模型的优势, 即提炼真正的水分子扩散运动信息, 排除微循环灌注因素的影响。

本研究中, 宫颈癌组的 ADC_{fast} 值高于正常宫颈组, 表明肿瘤组织的灌注大于正常宫颈组织, 这一结果符合宫颈癌组织动脉供血增加的特性, 与 Yamashita 等^[13] 的研究结果一致。另外, ADC_{fast} 只反应毛细血管网内血液流动扩散信息, 排除其他细胞外水分子扩散的影响, 提示 ADC_{fast} 可有效反映宫颈癌组织的微循环灌注情况。Lemke 等^[14] 认为至少选择 10 个 b 值才能减小参数值的误差, 多个低 b 值更能有效减小 ADC_{fast} 值的误差, 所得结果更能准确反应组织灌注扩散的特点。鉴于此, 本研究首次采用 7 个低 b 值($b<200 \text{ s/mm}^2$)。即使有些研究指出 ADC_{fast} 值不够稳

表 1 宫颈癌组与正常宫颈组各模型参数值之间的差异

组别	宫颈癌组	正常宫颈组	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
$ADC_{stand} (\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s})$	0.94 ± 0.13	1.52 ± 0.28	-7.620	<0.05
$ADC_{slow} (\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s})$	0.77 ± 0.12	1.39 ± 0.33	-7.308	<0.05
$ADC_{fast} (\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s})$	20.39 ± 10.38	13.09 ± 9.63	2.222	<0.05
$F_{fast} (\%)$	16.27 ± 3.66	30.70 ± 13.48	-4.177	<0.05
$DDC (\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s})$	0.79 ± 0.23	1.53 ± 0.39	-7.548	<0.05
α	0.73 ± 0.08	0.82 ± 0.09	-3.194	<0.05

表 2 各参数值对宫颈癌的诊断效能及最佳诊断阈值

参数	AUC	诊断阈值	敏感度(%)	特异度(%)	AUC95%可信区间
$ADC_{stand} (\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s})$	0.963	1.15	87.5	95.7	0.000~1.000
$ADC_{slow} (\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s})$	0.986	0.92	100	91.3	0.000~1.000
$ADC_{fast} (\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s})$	0.830	36.95	63	95.7	0.021~0.318
$F_{fast} (\%)$	0.872	22.43	81.3	95.7	0.665~1.000
$DDC (\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s})$	0.970	1.19	87.5	100	0.000~1.000
α	0.772	0.76	75	69.6	0.608~0.936

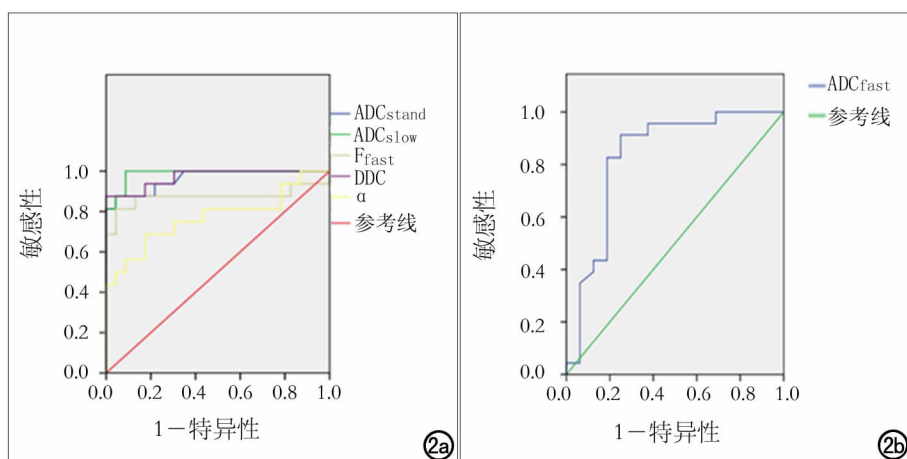


图 2 各参数值的 ROC 曲线。a) ADC_{slow} 的 AUC 最大(0.986), DDC 次之(0.970); b) ADC_{fast} 的 AUC 为 0.830。

定^[15,16],但本研究结果显示其对于反映宫颈癌组织的微循环具有重要意义。

本研究中,宫颈癌组的 F_{fast} 值低于正常宫颈组。 F_{fast} 是反映灌注因素在所有扩散因素中所占比值。虽然恶性肿瘤组织内不规则新生毛细血管网丰富,但肿瘤组织内除了纯水分子的扩散,还存在微观的囊变及坏死灶、毛细血管间隙内的水分子扩散运动等,这些因素综合作用导致宫颈癌组织内的血流灌注绝对值增加的同时,灌注因素在所有复杂的扩散形式(包括正常内腺体的分泌及导管内液体的流动^[17])及相互影响中所占的比例减低。另外, F_{fast} 值的减低还可能与肿瘤组织中的微血管形态不规则及纤维组织的存在导致灌注减小有关^[18]。由于 F_{fast} 能够反映肿瘤组织的灌注信息,且不需要注射对比剂,因此有助于无创性的检测宫颈癌的生物学特性。

拉伸指数模型有两个参数值,分别为 DDC 和 α 值。本研究发现,由于宫颈癌组织细胞内、外水分子扩散受限,影响扩散速率,DDC 值较正常宫颈组织低;同时,DDC 与 ADC_{stand} 明显正相关($r = 0.629$, $P < 0.05$),这与 Kwee 等^[19]的研究结果一致。另外,Payne 等^[12]指出肿瘤组织内 DDC 越小,ADC 值越小,病理级别越高,恶性程度越大,提示 DDC 可评估宫颈肿瘤组织的恶性程度。本研究中,宫颈癌组织的 α 值比正常宫颈组织低,证明肿瘤组织异质性的改变:包括细胞的高度异型现象,即细胞大小不一,形态不规则;肿瘤的新生毛细血管及血管结构的异质性;微观坏死灶等。 α 值不仅适用于肿瘤术前异质性的评估,也可以通过监测 α 值的变化,评估宫颈肿瘤组织的预后及疗效。

本研究中 ROC 曲线结果显示,鉴别宫颈癌与正常宫颈组织的最佳参数为 ADC_{slow} ,其次为 DDC,由于两者的 AUC 均 > 0.9 ,可认为两者的诊断价值高度准

确^[20]。另外,本研究中, ADC_{slow} 敏感度较高,可用来排除宫颈癌的存在;而 DDC 特异度较高,可用来确定宫颈癌的存在。

本研究的不足之处:①所选 ROI 的实性程度不同,可能存在微观囊变区,从而影响检测结果;②由于高、低 b 值选择个数的不同,可能影响某些参数的稳定性。

总之,多 b 值的 IVIM-DWI 能有效的鉴别宫颈癌组织与正常宫颈组织;双指数模型的 ADC_{slow} 和拉伸指数模型的 DDC 的诊断效能最佳。

参考文献:

- [1] Waggoner SE. Cervical cancer[J]. Lancet, 2003, 361(9376): 2217-2225.
- [2] Le Bihan D, Breton E, Lallemand D, et al. MR imaging of intra-voxel incoherent motions: application to diffusion and perfusion in neurologic disorders[J]. Radiology, 1986, 161(2): 401-407.
- [3] Luciani A, Vignaud A, Cavet M, et al. Liver cirrhosis: intravoxel incoherent motion MR imaging-pilot study[J]. Radiology, 2008, 249(3): 891-899.
- [4] 叶锦棠, 蔡文超, 王岳, 等. 体素内不相干运动扩散加权成像对前列腺癌的诊断价值[J]. 放射学实践, 2014, 29(5): 474-476.
- [5] 曾政, 陆普选, 黄华, 等. 磁共振体素内不相干运动成像诊断肝纤维化的初步研究[J]. 放射学实践, 2015, 30(7): 775-778.
- [6] 李嫣, 艾涛, 胡益祺, 等. 体素内不相干运动联合扩散峰度成像模型对乳腺良恶性病灶的鉴别诊断价值[J]. 放射学实践, 2016, 31(12): 1191-1195.
- [7] Sadeghi N, Camby I, Goldman S, et al. Effect of hydrophilic components of the extracellular matrix on quantifiable diffusion-weighted imaging of human gliomas: preliminary results of correlating apparent diffusion coefficient values and hyaluronan expression level[J]. AJR, 2003, 181(1): 235-241.
- [8] Chenevert TL, Stegman LD, Taylor JM, et al. Diffusion magnetic resonance imaging, an early surrogate marker of therapeutic efficacy in brain tumors[J]. J Natl Cancer Inst, 2000, 92(24): 2029-2036.
- [9] Guo AC, Cummings TJ, Dash RC, et al. Lymphomas and high-grade astrocytomas: comparison of water diffusibility and histologic characteristics[J]. Radiology, 2002, 224(1): 177-183.
- [10] Lyng H, Haraldseth O, Rofstad EK, et al. Measurement of cell density and necrotic fraction in human melanoma xenografts by diffusion weighted magnetic resonance imaging[J]. Magn Reson Med, 2000, 43(6): 828-836.
- [11] Liu Y, Bai R, Sun H, et al. Diffusion-weighted imaging in predicting and monitoring the response of uterine cervical cancer to combined chemoradiation[J]. Clin Radiol, 2009, 64(11): 1067-1074.
- [12] Payne GS, Schmidt M, Morgan VA, et al. Evaluation of magnetic

- resonance diffusion and spectroscopy measurements as predictive biomarkers in stage 1 cervical cancer[J]. Gynecologic Oncology, 2010, 116(2): 246-252.
- [13] Yamashita Y, Takahashi M, Sawada T, et al. Carcinoma of the cervix: dynamic MR imaging[J]. Radiology, 1992, 182(3): 643-648.
- [14] Lemke A, Stieltjes B, Schad LR, et al. Toward an optimal distribution of blurs for intravoxel incoherent motion imaging[J]. Magn Reson Imaging, 2011, 29(6): 766-776.
- [15] Lee EY, Yu X, Chu MM, et al. Perfusion and diffusion characteristics of cervical cancer based on intravoxel incoherent motion MR imaging—a pilot study[J]. Eur Radiol, 2014, 24(7): 1506-1513.
- [16] 乔敏霞, 时惠平, 秦丹, 等. 3.0T MRI 多 b 值扩散加权成像对女性盆腔良、恶性病变的鉴别诊断价值[J]. 中国医学影像学杂志, 2013, 21(12): 951-954.
- [17] Shinmoto H, Tamura C, Soga S, et al. An intravoxel incoherent motion diffusion-weighted imaging study of prostate cancer[J]. AJR, 2012, 199(4): W496-W500.
- [18] Bäuerle T, Seyler L, Munter M, et al. Diffusion-weighted imaging in rectal carcinoma patients without and after chemoradiotherapy: a comparative study with histology[J]. Eur J Radiol, 2013, 82(3): 444-452.
- [19] Kwee TC, Galbán CJ, Tsien C, et al. Comparison of apparent diffusion coefficients and distributed diffusion coefficients in high-grade gliomas[J]. J Magn Reson Imaging, 2010, 31(3): 531-537.
- [20] 赵耐清. 临床医学研究设计和数据分析[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2005: 2506.

(收稿日期: 2016-08-24 修回日期: 2016-12-25)

《放射学实践》(英文稿)稿约

《放射学实践》是由国家教育部主管, 华中科技大学同济医学院主办, 与德国合办的全国性影像学学术期刊, 创刊至今已 31 周年。本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向, 关注国内外影像医学的新进展、新动态, 全面介绍 X 线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果, 受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为国家科技部中国科技论文核心期刊、中国科学引文数据库统计源期刊, 在首届《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行评优活动中, 被评为《CAJ—CD 规范》执行优秀期刊。

2012 年始本刊拟在英文专栏刊发全英文文稿。

1. 文稿应具科学性、创新性、逻辑性, 并有理论和实践意义。论点鲜明, 资料可靠, 数据准确, 结论明确, 文字简练, 层次清楚, 打印工整。

2. 本刊实行盲法审稿, 来稿附上英文稿一份, 中文对照稿两份(用小 4 号字、1.5 倍行距打印), 文稿中不出现任何有关作者本人的信息。另纸打印一份中英文对照的文题、作者姓名、作者单位(应准确、规范、完整)及邮政编码。如系 2 个单位及以上者, 则在作者姓名右上角排阿拉伯数字角码, 按序将单位名称写于作者下方。并注明第一作者的性别, 职称及第一作者或联系人的电话号码, E-mail 地址。

3. 来稿须经作者所在单位审核并附单位推荐信。推荐信应证明内容不涉及保密、署名无争议、未一稿两投等项。

4. 论著采用叙述式摘要。关键词一般 3~5 个, 请采用最新版的 MeSH 词表(医学主题词注释字顺表)中的主题词。MeSH 词表中无该词时, 方可用习用的自由词。使用缩略语时, 应在文中首次出现处写明中、英文全称。

5. 表格采用三线表, 表序按正文中出现的顺序连续编码。数据不多、栏目过繁、文字过多者均不宜列表。表内同一指标数字的有效位数应一致。

6. 线条图应另纸描绘, 全图外廓以矩形为宜, 高宽比例约为 5:7, 避免过于扁宽或狭长。照片图须清晰, 像素高, 层次分明, 图题及图解说明清楚。

7. 参考文献必须以作者亲自阅读过的近年文献为主, 并由作者对照原文核实(请作者在文章发表前提供 PubMed 等数据库的所含文献页面)。文献一般不少于 30 篇。内部刊物、未发表资料、私人通讯等勿作参考文献引用。参考文献的编号按照在正文中出现的先后顺序排列, 用阿拉伯数字加方括号角注。并按引用的先后顺序排列于文末。

《放射学实践》编辑部