

论 著

# DCE-MRI定量诊断宫颈癌的价值研究\*

1. 广州市第一人民医院  
(广东 广州 510180)  
2. 广州市红十字会医院  
(广东 广州 510180)

张博<sup>1</sup> 徐凡<sup>2</sup> 吴梅<sup>1</sup>  
郭永梅<sup>1</sup> 刘文峰<sup>1</sup> 李丽琪<sup>1</sup>  
林俊坤<sup>1</sup>

**【摘要】目的** 探究应用3.0T动态增强磁共振功能成像(DCE-MRI)及4D-Tissue软件定量判定宫颈癌的诊断价值。**方法** 选取2013年1月-2015年3月行DCE-MRI扫描的30例宫颈癌患者。所有的病例均经过病理证实。患者年龄33-67岁[平均(48±10)岁]。患者治疗前行DCE-MRI检查及定量分析,比较肿瘤组织与子宫肌层的TIC曲线特征,采用独立样本t检验比较肿瘤组与肌层对照组各定量参数的差异。**结果** 宫颈癌组织与子宫肌层TIC曲线:肿瘤以III型曲线为主,III型26例(86.67%);子宫肌层以I型曲线为主,I型18例(60%)。肿瘤组织与子宫肌层各定量参数值之间进行比较:肿瘤组与子宫肌层组的 $K^{trans}$ 、 $V_e$ 、 $K_{ep}$ 值差异有统计学意义( $P<0.05$ )。肿瘤组平均 $K^{trans}$ 值、平均 $V_e$ 值、平均 $K_{ep}$ 值明显高于正常子宫肌层组。**结论** DCE-MRI各定量参数对诊断宫颈癌病变拥有一定效用。

**【关键词】** 宫颈癌; DCE-MRI; 定量分析; 诊断  
**【中图分类号】** R737.33; R445.2  
**【文献标识码】** A  
**【基金项目】** 广东省科技厅公益研究与能力建设专项资金项目(2014A020212030)  
**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2018.07.036

通讯作者: 吴梅

# DCE-MRI for Quantitative Evaluation of Diagnosis in Cervical Carcinoma\*

ZHANG Bo, XU Fan, WU Mei, et al., Guangzhou First People's Hospital, Guangzhou 510180, Guangdong Province, China

**[Abstract] Objective** To explore the diagnostic value of cervical carcinoma through the quantitative analysis of 3.0T dynamic enhanced MRI (DCE-MRI) and 4D-tissue technology. **Methods** 30 cases of cervical carcinoma from January 2013 to March 2015 were included in our study. All the cases had been confirmed by pathology. Patients aged 32-66 [An average of (47±10)]. Before treatment, all the patients were scanned by DCE-MRI. We compared TIC curve characteristics of tumor tissue and myometrium, used independent sample t test to compare the quantitative parameters of cervical cancer group and normal myometrium group. **Results** Tumor tissue and uterine muscle TIC curve: The tumors were given priority to type III curve, 26 cases of type III(86.67%). The uterine muscles were given priority to type I curve, 18 cases of type I (60%). The value of  $K^{trans}$ ,  $V_e$  and  $K_{ep}$  between tumors and uterine muscles group had statistically significant difference( $P<0.05$ ). The average value of  $K^{trans}$ ,  $V_e$  and  $K_{ep}$  for tumor tissues were significantly higher than normal uterine muscles group. **Conclusion** The quantitative parameters of DCE-MRI have a certain efficiency in the diagnosis of cervical carcinoma.

**[Key words]** Cervical Carcinoma; DCE-MRI; Quantitative Analysis; Diagnosis

宫颈癌是最常见的恶性肿瘤之一,居我国妇科恶性肿瘤第二位,其早期的诊断和治疗,对愈后具有重要意义<sup>[1]</sup>。磁共振成像技术因其具有较高的软组织分辨力已成为术前评价宫颈癌肿瘤大小、浸润深度和术前分期最有价值的影像学方法<sup>[2]</sup>。磁共振动态增强成像(DCE-MRI)是通过对比增强无创地反应肿瘤与组织血管特性的一种磁共振功能成像方法。通过观察病灶强化特征、计算早期增强率、绘制时间-信号强度曲线(time-signal intensity curve, TIC)和计算各种定量参数等对DCE-MRI进行定性、半定量、定量分析,分析病灶血流动力学特点,对肿瘤分子生物学特性进行间接性分析,进一步评估肿瘤的微环境<sup>[3]</sup>。本研究探讨DCE-MRI对宫颈癌的诊断效能,以期对宫颈癌的诊断、分期提供新的依据。

## 1 材料与方 法

**1.1 研究对象** 选择2013年1月~2015年3月在广州市第一人民医院经病理证实的30例中晚期宫颈癌患者。年龄33~67岁[平均(48±10)岁]。选取患者的正常子宫肌层作为对照组。

**1.2 仪器与方法** 采用SIEMENS Magnetom Verio 3.0T磁共振扫描仪,平扫扫描序列有:轴位T1WI、T2WI、矢状位T2WI、冠状压脂T2WI。DCE-MR序列如下:注射对比剂前校正T1 VIBE横断扫描( $TR=5.08ms$ ,  $TE=1.74ms$ ,平均次数8次,矩阵 $138\times 192$ ,体素 $1.9\times 1.4\times 3.6mm$ ,层厚 $3.6mm$ ,层间距 $3.6mm\times 20\%$ ,反转角 $2^\circ$ 、 $15^\circ$ )。定量动态增强扫描参数:翻转角 $15^\circ$ ,  $TR=4.24ms$ ,  $TE=1.66ms$ ,层厚 $3.6mm$ ,矩阵 $138\times 192$ ,体素 $1.9\times 1.4\times 3.6mm$ ,采集次数35次,扫描时间共5分31秒。采用钆喷酸葡胺(Gd-DTPA)对比

剂注射液20ml,以3ml/s速率高压注射器注入,以20ml生理盐水助推。扫描结束后将数据导入工作站(syngo Multimodality Workplace)。

随后对所得出SI-Time曲线进行分型及评价。按参考文献<sup>[4]</sup>提出的TIC曲线分类方法分三型:I型“持续型”,在整个动态增强观察时间内信号强度有迅速增加;II型“速升平稳型”,早期信号强化可迅速增加,达到一定值后信号强度的增加速度明显变缓,形成相对静止的平台;III型“流出型”,早期信号强度可增加,达到高峰后信号强度的增加突然中断,随后信号强度下降,呈廓清状态。应用4Dtissue软件,采用Tofts双室的药物代谢动力学模型,对DCE-MRI数据进行定量分析与评估。定量参数主要包括: $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 及 $V_e$ 。

**1.3 统计处理** 选用Medcalc软件及SPSS13.0软件进行资料录入及统计学分析。数据以( $\bar{x} \pm s$ )表示,肿瘤与子宫肌层组间血管功能参数比较采用独立样本t检验。 $P < 0.05$ 为有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 宫颈癌组织与子宫肌层TIC曲线** 宫颈癌以III型曲线为主,如图(1、2),I型1例(3.33%),II型3例(10%),III型26例(86.67%);子宫肌层以I型曲线为主,如图(3、4),I型18例(60%),II型12例(40%)。

**2.2 肿瘤组织与子宫肌层间的各定量参数比较** 宫颈癌组与正常子宫肌层组各定量参数比较结果如下(见表1、图5-9)。宫颈癌组的 $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 值明显高于正常子宫肌层组,差异有统计学意

义( $P < 0.05$ )。

## 3 讨论

磁共振动态增强成像(DCE-MRI)定性分析主要是通过对图像进行直观的观察而进行评价分析,使用方便,但它有较多的主观性,更适合于筛选,不能满足大部分病例的诊断要求。半定量分析基于时间-信号强度曲线TIC,可通过多种指标对组织强化进行分析,时间-信号强度曲线反映了病变的血流灌注和流出等多种要素。DCE-MRI的定量分析以药代动力学模型为基础,量化分析

各定量参数:转运常数 $K^{trans}$ 、血管外细胞空间(EES)体积百分数 $V_e$ 和速率常数 $K_{ep}$ 。转运常数 $K^{trans}$ 代表单位时间内每单位体积组织内从血液进入血管外细胞外间隙的对比剂量,血管外细胞空间体积百分数 $V_e$ 代表单位体积组织内血管外细胞外空间的体积。速率常数 $K_{ep}$ 代表单位时间内由EES进入血管的对比剂量。三者间的关系如下: $K_{ep} = K^{trans} / V_e$ 。目前各种不同的设备所使用的定量分析模型及处理软件不同,由于不同的模型存在一定的假设条件,所得的定量参数也就存在一定的误差,要得到最优化的模型还需要进一步

表1 宫颈癌组与正常子宫肌层组定量参数值比较

分组	$K^{trans}/mm^{-1}$	$K_{ep}/mm^{-1}$	$V_e$
宫颈癌组	$0.53 \pm 0.22$	$0.90 \pm 0.35$	$0.50 \pm 0.10$
正常子宫肌层组	$0.17 \pm 0.43$	$0.30 \pm 0.08$	$0.26 \pm 0.12$
F值	50.486	19.548	25.379
P值	0.000	0.000	0.000

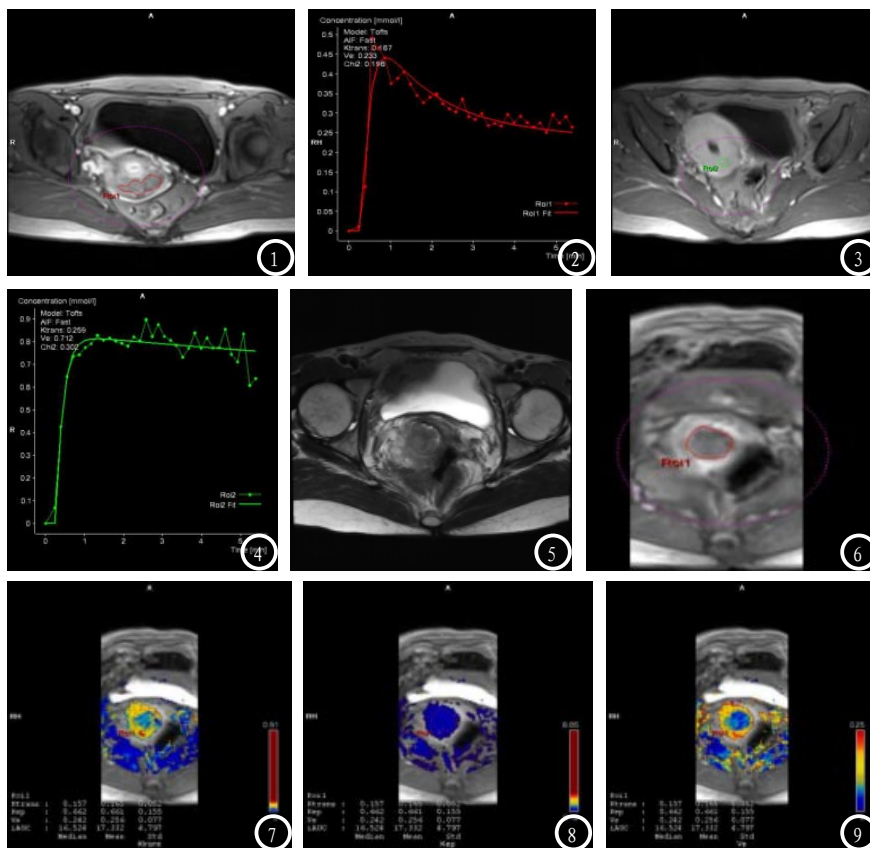


图1-2 47岁女性宫颈癌患者,ROI区域放置于肿瘤实质性部分,TIC曲线呈“流出型”;图3-4 正常子宫肌层TIC曲线,表现为“平台型”。图5-9分别为T2WI轴位、肿瘤ROI区域(ROI1)、 $K^{trans}$ 图、 $K_{ep}$ 图、 $V_e$ 图。42岁女性患者,宫颈癌IIb期,肿瘤ROI区域各项定量参数值如图所示。

的探索研究。本研究采用Tofts模型, Tofts模型是目前被广泛应用于临床中的开放的双室药代动力学模型, 表现了对比剂在组织间隙和血液间交换的动力学过程。以往的灌注成像多为半定量分析, 不够精确。我们通过DCE-MRI的定量分析, 有望为宫颈癌的诊断、分期提供新的依据, 从而为其治疗提供有意义的参考。

研究表明宫颈癌强化模式主要为“流出型”, 增强早期明显强化, 表现为高信号, 增强中期肿瘤强化程度减弱, 晚期肿瘤进一步减弱呈低信号。本组子宫颈癌患者治疗前TIC曲线以III型为主(86.67%, 26/30), 与既往文献报道<sup>[5]</sup>相似。这主要是由于肿瘤组织新生的血管明显增多, 其微血管密度明显高于正常组织<sup>[6]</sup>, 但是肿瘤组织的新生微血管不成熟, 基底膜不完整, 内皮细胞间隔增宽, 异常的基底膜及内皮细胞覆盖都将导致微血管通透性增加, 再加上动静脉短路等原因, 都将使对比剂早期容易从血管内大量进入组织内, 表现为早期的明显强化, 同样对比剂也容易从组织内进入血管腔, 快速廓清, 表现为快进快出的强化模式。文献报道正常子宫肌层多表现为缓慢渐进性的强化特征<sup>[5]</sup>。这主要是由于其血管内皮结构完整, DCE-MRI扫描时, 对比剂逐渐聚集于组织间隙形成的。本组病例显示子宫肌层TIC曲线大部分表现为I型曲线, 这与既往文献报道<sup>[5]</sup>相似。与定量分析相比, TIC曲线分析比较简便、直观, 对软件要求低, 并可对数据进行量化分析, 因此是目前最为广泛应用的分析方法, 在肿瘤的诊断、分期和疗效评估等方面均有较大价值。但是半定量分析也存在许多

局限性, 如良、恶性病变的时间-信号强度曲线类型存在叠加, 不能仅仅依靠曲线类型辨别良、恶性; 不能准确地反映组织内对比剂浓度的变化、不能直接反映组织的生理信息等, 所以说半定量分析不够精确。这些局限性在定量分析中有所克服。定量参数可以更准确、如实地反映组织内对比剂的浓度变化和肿瘤内部的血流动力学信息, 直接反映组织生理学信息。通过引入Toft模型得到的定量参数可反映肿瘤的生理状态, 通过定量分析可以评估动脉与组织间隙之间的对比剂浓度变化的差异, 在肿瘤磁共振成像研究领域得到广泛的应用<sup>[7]</sup>。

王大伟<sup>[8]</sup>等研究表明乳腺恶性病变的 $K^{trans}$ 值、 $K_{ep}$ 值明显高于良性病变。朱海滨等<sup>[6]</sup>对前列腺定量参数分析显示, 肿瘤组织的 $K^{trans}$ 值、 $K_{ep}$ 值明显高于正常外周带。国内外对宫颈癌的定量磁共振动态增强扫描各参数值研究较少, Lankester等<sup>[9]</sup>对20例妇科肿瘤患者进行T1WI动态增强扫描, 结果显示宫颈癌的 $K^{trans}$ 值约0.393(范围为0.192-1.081 $mm^{-1}$ );  $K_{ep}$ 值约为0.967(范围约0.449-2.684 $mm^{-1}$ );  $V_e$ 值约40.8%(范围约27.1-65.2)。虞祝娟等<sup>[10]</sup>研究表明宫颈癌组 $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 值较正常组明显升高, 宫颈癌组的 $K^{trans}$ 值约(0.65±0.34) $mm^{-1}$ ,  $K_{ep}$ 值约为(0.94±0.40) $mm^{-1}$ ,  $V_e$ 值约为(0.45±0.12) $mm^{-1}$ ; 正常宫颈组的 $K^{trans}$ 值约(0.16±0.44) $mm^{-1}$ ,  $K_{ep}$ 值约为(0.34±0.11) $mm^{-1}$ ,  $V_e$ 值约为(0.25±0.13) $mm^{-1}$ 。

本次研究显示宫颈癌的 $K^{trans}$ 值约为(0.53±0.22),  $K_{ep}$ 值约为(0.90±0.35),  $V_e$ 值约为(0.50±0.10), 与文献报道相符。同时宫颈癌的 $K^{trans}$ 值、 $K_{ep}$

值、 $V_e$ 值明显高于正常肌层组织, 且差异有显著性, 与既往研究相仿。分析原因这种差异与宫颈癌组织的生物学特征和病理生理学有关: 宫颈癌细胞生长旺盛, 新生血管增多明显, 微血管密度增加显著, 但血管基底膜及内皮细胞生长异常, 血管通透性明显增高, 注入对比剂后, 对比剂交换加快, 表现为高灌注, 对比剂从新生的血管内流入血管外间隙速度加快,  $K^{trans}$ 值增大; 同样对比剂从血管外间隙回流入血管内的速度也增快, 故 $K_{ep}$ 值升高; 另外细胞周围间隙松散, 血管外细胞外间隙增加,  $V_e$ 值增大。而正常子宫肌层组织新生血管较少, 血管内皮生长相对完整, 对比剂交换较慢, 血流灌注相对较低, 对比剂从血管内流入血管外间隙速度慢, 回流速度也慢,  $K^{trans}$ 、 $V_e$ 、 $K_{ep}$ 值均较小, 因此宫颈癌组织的 $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 值明显高于子宫肌层。

综上所述, DCE-MRI对宫颈癌的诊断具有一定的价值。

## 参考文献

- [1] 叶斌强, 孙鹏飞. 宫颈癌诊断及疗效评价的影像学研究进展[J]. 中国CT和MRI杂志, 2014, 12(2): 109-112.
- [2] 杜汉旺, 牛庆亮, 武希庆, 等. 3.0T MR扩散加权成像在宫颈癌诊断中的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15(1): 95-97, 110.
- [3] Haider M. A, vander Kwast TH, Tankuay J. Combined T2-weighted and diffusion-weighted MRI for localization of prostate cancer[J]. AJR Am J Roentgenol, 2007, 189(2): 323-328.
- [4] Petralia G, Bonello L, Priolo F. Breast MR with special focus on DW-MRI and DCE-MRI[J]. Cancer Imaging, 2011, 11: 76-90.
- [5] Seki H, Azumi R, Kimura M. Stromal

invasion by carcinoma of the cervix: assessment with dynamic MR imaging[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 1997, 168(6): 1579-1585.

- [6] 朱海滨, 刘婧, 蔡文超. 前列腺癌MRI动态增强定量参数Ktrans值与Gleason评分的相关性研究[J]. *中国医学影像学杂志*, 2012, 20(7): 481-484.
- [7] X Li, LR Arlinghaus, GD Ayers. DCE-MRI analysis methods for predicting the response of

breast cancer to neoadjuvant chemotherapy: pilot study findings[J]. *Magnetic Resonance in Medicine*, 2014, 71(4): 1592-1602.

- [8] 王大伟. 3.0T磁共振动态增强定量分析对乳腺良恶性病变的研究[J]. 硕士学位论文, 2014, 山东大学.
- [9] Katharine J. Lankester, Jane N Taylor, James J. Stirling. Dynamic MRI for imaging tumor microvasculature: comparison of susceptibility and relaxivity

techniques in pelvic tumors[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2007, 25(4): 796-805.

- [10] 虞祝娟. 宫颈癌3.0TMRI及血管通透性成像的应用研究[J]. 硕士学位论文, 2013, 南方医科大学.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2017-12-21

(上接第 119 页)

不仅能在新辅助化疗前清晰显示病灶、明确分期, 并且化疗后及时MR检查能对化疗栓塞治疗的反应早期评价, 预测治疗敏感性, 指导调整治疗方案, 为进一步的癌灶根治手术或临床治疗决策制定提供依据。将来随着MR技术的快速发展, MRI在宫颈癌及其他盆腔疾病临床诊治中的应用前景势必更加广阔。

## 参考文献

- [1] Balleyguier C, Sala E, Da Cunha T, et al. Staging of uterine cervical cancer with MRI: Guidelines of the european society of urogenital radiology[J]. *Eur Radiol*, 2011, 21(5): 1102-1110.
- [2] Hiroshi M, Hiroki K, Tatsuro F, et al. Predictive value of diffusion-weighted magnetic resonance imaging during chemoradiotherapy for uterine cervical cancer[J]. *J Obstet*

*Gynaecol Res*, 2014, 40(4): 1098-1104.

- [3] Khokher S, Qureshi MU, Chandhry NA. Comparison of WHO and RECIST criteria for evaluation of clinical response to chemotherapy in patients with advanced breast cancer[J]. *Asian Pac J Cancer Prev*, 2012, 13(7): 1020-1027.
- [4] 何永红, 林祺, 詹泽娟等. 宫颈癌扩散加权成像表观弥散系数与磁共振动态增强定量参数的临床价值[J]. *磁共振成像*, 2016, 7(12): 926-931.
- [5] 吕卫国, 石一复, 陈晓端等. 宫颈癌新辅助化疗的临床病理观察[J]. *浙江大学学报(医学版)*, 2000, 29(3): 111-113.
- [6] 刘萍, 陈春林, 梁立治等. 介入性化疗在宫颈癌手术前的应用[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2001, 17(11): 666-668.
- [7] Kim HS, Kim CK, Park BK, et al. Evaluation of therapeutic response to concurrent chemoradiotherapy in patients with cervical cancer using diffusion-weighted MR imaging[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2013, 37(1): 187-193.
- [8] 张婷, 刘爱连, 汪禾青等. MRI动态增强扫描对宫颈癌的诊断价值[J]. *中*

*华放射学杂志*, 2009, 43(9): 973-977.

- [9] Rizzo S, Summer P, Raimondi S, et al. Diffusion-weighted MR imaging in assessing cervical tumor response to nonsurgical therapy[J]. *Radiol Med*, 2011, 116(5): 766-780.
- [10] Chopra S, Verma, Kundu S, et al. Evaluation of diffusion-weighted imaging as a predictive marker for tumor response in patients undergoing chemoradiation for postoperative recurrences of cervical cancer[J]. *J Cancer Res Ther*, 2012, 8(1): 68-73.
- [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] 杨学刚, 许国辉, 吴戈等. 子宫动脉化疗栓塞治疗局部晚期宫颈癌[J]. *中华放射学杂志*, 2013, 47(8): 735-738.

(本文编辑: 黎永滨)

【收稿日期】2018-02-27