

# 动态增强磁共振成像技术在子宫颈癌临床分期中的应用



王利君<sup>1,2</sup>, 张燕<sup>1</sup>, 王璐<sup>1,2</sup>, 赵虎<sup>1,2</sup>, 陈志龙<sup>1,2</sup>, 王武亮<sup>1,2</sup>

1. 郑州大学第二附属医院妇产科 (郑州 450014)

2. 河南省妇产疾病 (妇科肿瘤) 临床医学研究中心 (郑州 450014)

**【摘要】目的** 探讨动态增强磁共振成像 (dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging, DCE-MRI) 技术在子宫颈癌临床分期中的应用价值。**方法** 对 2019 年 1 月至 2021 年 12 月在郑州大学第二附属医院行手术治疗的 186 例子宫颈癌患者进行回顾性分析。所有患者术前均行 DCE-MRI 技术以协助评估临床分期、宫颈肌层浸润、子宫体浸润、阴道累及、宫旁转移、淋巴结转移等相关参数, 以术后病理为金标准进行验证, 分析 DCE-MRI 技术术前评估子宫颈癌分期的准确度、灵敏度及特异度。**结果** 186 例子宫颈癌患者临床分期与手术病理分期一致性较好 ( $Kappa=0.862, P < 0.001$ ), 165 例 (88.71%) 临床分期与手术病理分期一致。DCE-MRI 诊断阴道累及的准确度为 96.24%、灵敏度为 86.96%、特异度为 97.55%; 诊断淋巴结转移的准确度为 97.31%、灵敏度为 82.35%、特异度为 98.82%; 诊断深肌层浸润的准确度为 86.56%、灵敏度为 90.79%、特异度为 83.63%。**结论** DCE-MRI 技术在诊断阴道累及、淋巴结转移、深肌层浸润等方面具有较高的灵敏度与特异度, 可为子宫颈癌术前临床分期评估提供参考。

**【关键词】** 子宫颈癌; 动态增强磁共振成像; 术前评估; 临床分期

## Application of dynamic contrast-enhanced MRI technology in clinical staging of cervical cancer

Li-Jun WANG<sup>1,2</sup>, Yan ZHANG<sup>1</sup>, Lu WANG<sup>1,2</sup>, Hu ZHAO<sup>1,2</sup>, Zhi-Long CHEN<sup>1,2</sup>, Wu-Liang WANG<sup>1,2</sup>

1. Department of Obstetrics and Gynecology, The Second Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450014, China

2. Henan Provincial Clinical Research Center for Gynecological and Obstetrical Disease (Gynecological Oncology), Zhengzhou 450014, China

Corresponding author: Lu WANG, Email: wanglu\_zzu@163.com

**【Abstract】Objective** To investigate the application value of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) technology for cervical cancer clinical staging. **Methods** A retrospective analysis was performed on 186 patients diagnosed with cervical cancer and treated surgically at The Second Affiliated Hospital of Zhengzhou University between January 2019 and December 2021. All patients received DCE-MRI examination to evaluate clinical staging, cervical stromal invasion, uterine corpus invasion, vaginal

DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202307034](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202307034)

基金项目: 河南省医学科技攻关计划联合共建项目 (LHGJ20210376)

通信作者: 王璐, 博士, Email: wanglu\_zzu@163.com

involvement, parametrial metastases, and lymph node metastases. Postoperative pathology was used as the gold standard to confirm related criteria. The accuracy, sensitivity, and specificity of DCE-MRI in preoperative cervical cancer staging were analyzed. **Results** The clinical staging of 186 patients was consistent with surgical-pathological staging ( $Kappa=0.862, P<0.001$ ), and 165 cases (88.71%) had the same clinical staging and surgical-pathological staging. DCE-MRI had an accuracy of 96.24%, a sensitivity of 86.96%, and a specificity of 97.55% in diagnosing vaginal involvement, and 97.31%, 82.35%, and 98.82% in diagnosing lymph node metastases, and 86.56%, 90.79%, and 83.63% in diagnosing deep stromal invasion, respectively. **Conclusion** DCE-MRI has a high sensitivity and specificity in the identification of vaginal involvement, lymph node metastases and deep stromal invasion, and it can be utilized as a reference for evaluating cervical cancer preoperative clinical staging.

**【Keywords】** Cervical cancer; Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging; Preoperative evaluation; Clinical staging

恶性肿瘤的分期是评估疾病严重程度、选择治疗方式及判断预后的重要参数。准确的分期是肿瘤规范化治疗和个体化治疗的重要前提。目前, 妇科恶性肿瘤的分期方法包括临床分期和手术-病理分期, 其中手术-病理分期纳入了术后病理参数为参考, 而临床分期则依赖于术者的临床所见。在过去的近百年中, 子宫颈癌采用的国际妇产科联盟 (Federation International of Gynecology and Obstetrics, FIGO) 分期标准主要依赖盆腔检查, 并未将 CT、磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI)、正电子发射计算机断层显像 (positron emission computed tomography, PET) 等现代影像学技术纳入参考。随着肿瘤治疗的精准化、个体化, 妇科肿瘤学者不断尝试提高临床分期的准确性, 以避免因分期不当造成的治疗不足或过度。基于可靠的研究成果, 2018 年 FIGO 发布了最新修订版子宫颈癌分期, 纳入 MRI、CT、PET 等影像学技术为分期的重要参考<sup>[1-2]</sup>。手术是早期子宫颈癌的标准治疗手段, 而其临床分期中最重要的参数为宫颈肌层浸润、子宫体浸润、阴道累及、宫旁转移、淋巴结转移等, 单纯依靠盆腔检查或超声的诊断价值有限, 动态增强磁共振成像 (dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging, DCE-MRI) 可增强正常组织与肿瘤之间的信号对比, 准确显示病灶浸润程度及范围<sup>[3-4]</sup>。本研究回顾性纳入行手术治疗的子宫颈癌患者, 以术后病理为诊断金标准, 探讨动态增强 MRI 技术在子宫颈癌临床分期中的应用价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

选取 2019 年 1 月至 2021 年 12 月于郑州大学第二附属医院行手术治疗的 186 例子宫颈癌患者为研究对象。纳入标准: ①经宫颈活检诊断为子宫颈癌, 入院前未接受化疗、放疗、免疫治疗等治疗; ②无 MRI 检查禁忌证; ③ MRI 检查图像清晰、无明显变形及伪影等。排除合并严重基础疾病不宜行手术治疗患者。本研究经郑州大学第二附属医院伦理委员会审核并批准通过 (2021246)。

所有患者术前均行动态增强 MRI 技术评估病情, 均接受子宫切除+双侧输卵管/附件切除术+盆腔淋巴结切除术±腹主动脉旁淋巴结切除术, 手术标本送病理科进行常规病理检查及免疫组织化学染色。记录患者的一般人口学资料、术前妇科检查分期、术前动态增强 MRI 参数、术后病理参数等。

### 1.2 检查方法

患者术前均接受盆腔 MRI 扫描 (西门子 Avanto 1.5T 超导磁共振扫描仪), 嘱患者仰卧位, 呼气末闭气, 平稳呼吸; 扫描序列 DWI、T2WI、T1WI, 以 T1 vibe\_fs 序列开展 DCE-MRI 扫描。由两名经验丰富的影像科医师判读图像, 临床 FIGO 分期采用 2018 年发布的修订版分期, 以术后病理为诊断金标准, 确定其手术病理分期<sup>[2]</sup>。

### 1.3 统计分析

数据分析采用 SPSS 26.0 软件。计数资料以频数及百分比 ( $n, \%$ ) 表示; 一致性检验采用

Kappa 检验 (Kappa 值 > 0.75 表明一致性极好, 0.4~0.75 表明一致性较为理想, < 0.4 表明一致性差); 准确度 = (真阳性人数 + 真阴性人数) / (真阳性人数 + 假阴性人数 + 真阴性人数 + 假阳性人数) \* 100%, 灵敏度 = 真阳性人数 / (真阳性人数 + 假阴性人数) \* 100%, 特异度 = 真阴性人数 / (真阴性人数 + 假阳性人数) \* 100%, 双侧检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 一般情况

共纳入 186 例宫颈癌患者, 平均年龄 (45.38 ± 9.72) 岁, 鳞癌占比最高 (74.73%), 分化程度以中 (39.78%)、低 (36.02%) 分化为主, 患者临床病理特征及手术病理分期见表 1。

表 1 纳入研究的 186 例宫颈癌患者的临床病理特征

Table 1. The clinical and pathological characteristics of 186 included cervical cancer patients

临床特征	例数	构成比 (%)
年龄 (岁)		
≤30	5	2.69
31~45	75	40.32
46~60	82	44.09
>60	24	12.90
大体类型		
外生型	103	55.37
内生型	37	19.90
溃疡型	30	16.13
颈管型	16	8.60
手术途径		
开腹	85	45.70
腹腔镜	101	54.30
淋巴结切除类型		
盆腔淋巴结切除	152	81.72
盆腔+低位腹主动脉旁淋巴结切除	17	9.14
盆腔+高位腹主动脉旁淋巴结切除	17	9.14
组织学类型		
鳞癌	139	74.73
腺癌	30	16.13
腺鳞癌	13	6.99
其他	4	2.15

续表 1

临床特征	例数	构成比 (%)
临床分期		
IA	19	10.22
IB1	52	27.96
IB2	42	22.58
IB3	33	17.74
IIA1	12	6.45
IIA2	12	6.45
IIIC1r	9	4.84
IIIC2r	7	3.76
分化程度		
高分化	22	11.83
中分化	74	39.78
低分化	67	36.02
未报	23	12.37
宫颈肌层浸润深度		
浅肌层 (<1/2)	110	59.14
深肌层 (≥1/2)	76	40.86
手术病理分期		
IA	15	8.06
IB1	51	27.42
IB2	46	24.73
IB3	32	17.20
IIA1	12	6.45
IIA2	11	5.91
IIB	2	1.08
IIIC1p	9	4.84
IIIC2p	8	4.30

### 2.2 临床分期与手术病理分期的一致性

165 例 (88.71%) 患者临床分期与手术病理分期一致, Kappa 分析显示, 临床分期与手术病理分期具有较好的一致性 (Kappa=0.862,  $P < 0.001$ ), 见表 2。

### 2.3 DCE-MRI 技术对阴道累及和淋巴结转移的诊断效能

以术后病理为金标准, DCE-MRI 诊断阴道累及的准确度为 96.24%、灵敏度为 86.96%、特异度为 97.55%; 诊断淋巴结转移的准确度为 97.31%、灵敏度为 82.35%、特异度为 98.82%; 诊断深肌层浸润的准确度为 86.56%、灵敏度为 90.79%、特异度为 83.63%, 见表 3。

表2 186例不同临床分期子宫颈癌患者的手术病理分期

Table 2. The surgical pathological staging of 186 included cervical cancer patients

临床分期	手术病理分期									
	IA	IB1	IB2	IB3	IIA1	IIA2	IIB	IIIC1p	IIIC2p	合计
IA	15	3	1	0	0	0	0	0	0	19
IB1	0	48	1	1	1	0	1	0	0	52
IB2	0	0	41	0	1	0	0	0	0	42
IB3	0	0	1	28	0	1	1	1	1	33
IIA1	0	0	1	1	10	0	0	0	0	12
IIA2	0	0	0	1	0	10	0	1	0	12
IIIC1r	0	0	1	0	0	0	0	7	1	9
IIIC2r	0	0	0	1	0	0	0	0	6	7
合计	15	51	46	32	12	11	2	9	8	186

表3 DCE-MRI技术对阴道累及、淋巴结转移深肌层浸润的诊断效能

Table 3. The diagnostic efficacy of DCE-MRI for vaginal involvement, lymph node metastases and deep stromal invasion

项目	准确度	灵敏度	特异度	漏诊率	误诊率
阴道累及	96.24% (179/186)	86.96% (20/23)	97.55% (159/163)	13.04% (3/23)	2.45% (4/163)
淋巴结转移	97.31% (181/186)	82.35% (14/17)	98.82% (167/169)	17.65% (3/17)	1.18% (2/169)
深肌层浸润	86.56% (161/186)	90.79% (69/76)	83.63% (92/110)	31.82% (7/22)	16.36% (18/110)

### 3 讨论

子宫颈癌是常见的妇科恶性肿瘤，严重影响女性生殖健康。各项子宫颈癌诊治指南均提出，早期子宫颈癌以手术治疗为主，晚期则以放疗为主<sup>[5-6]</sup>。而规范准确的临床分期是规范化诊治的前提和必要条件。在子宫颈癌的FIGO分期中，阴道累及、宫旁转移、淋巴结转移、深肌层浸润难以从妇科检查中得到准确诊断，但其又是关乎分期准确性的重要参数。在新的FIGO分期系统中，纳入影像学检查作为重要参考，一定程度上可提高临床分期的准确性。

既往研究表明，CT检查对宫颈癌淋巴结转移诊断的特异度高，但灵敏度低、漏诊率高，诊断价值有限<sup>[7-8]</sup>。MRI对软组织的成像好，且可多方位、多序列成像，无辐射，作为一种重要的影像学检查，在宫颈癌术前诊断中具有良好的诊断效能。有研究报道，MRI用于评估宫颈癌宫旁转移的准确率达95%，用于指导宫颈癌的盆腔适形放疗的疾病控制率达92%<sup>[9-11]</sup>。然而，磁共振平扫具有一定的局限性，对小体积肿瘤容易漏诊。

在淋巴结转移的诊断方面，短径>1cm的淋巴结即可被诊断为淋巴结转移，研究发现，转移淋巴结中有69.1%为正常大小的淋巴结，故而MRI诊断宫颈癌淋巴结转移的灵敏度较低<sup>[12-13]</sup>。随着MRI技术的发展，多序列、多参数的扫描技术被应用于宫颈癌的诊断。DCE-MRI可通过定量参数分析肿瘤组织中的血流信息来辅助判断肿瘤的浸润程度，其参数与宫颈癌的临床分期、分化程度、肿瘤类型均有关，可提供较丰富的术前诊断信息<sup>[14-15]</sup>。

本研究回顾性分析了186例IA~IIIC2期宫颈癌患者的临床资料，以术后病理为金标准，发现DCE-MRI技术应用于宫颈癌临床分期时，与手术病理分期一致性较好，分期一致率达88.71%。本研究所纳入的患者符合诊疗指南中要求的手术指征，按照指南规定的手术范围施行标准化手术，同时可获得术后病理资料作为金标准对照参考，而既往研究中部分患者为晚期，手术范围的不一致导致术后病理存在遗漏重要信息的可能。何斌等<sup>[16]</sup>研究纳入23例IIB期及以上患者，手术范围仅包括关键部位活检+盆腔淋巴结活检，术后

病理中宫旁浸润、淋巴结转移、阴道累及等重要参数可能无法评估或评估不准确。王洁茹等<sup>[17]</sup>纳入研究的 60 例宫颈癌患者中有 16 例为 IIB 期及以上,且未描述手术的具体范围。从妇科肿瘤手术学考虑, IIB 期及以上患者应选择根治性放疗为主要治疗方式。因此,为排除不同手术范围的干扰,本研究仅纳入临床分期为 IA-IIIC2 期的患者作为研究对象,所有患者均行子宫切除+盆腔淋巴结切除±腹主动脉旁淋巴结切除的手术治疗。由于不同宫颈癌组织内水分分布的不同特征,弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)技术在宫颈癌诊断中也有一定的价值<sup>[18]</sup>。苏兰芳等<sup>[19]</sup>回顾性对比了 DCE-MRI 与 DWI 在宫颈癌分期中的准确率,发现 DCE-MRI 诊断 IB-IIA 期宫颈癌的准确率明显高于 DWI (96.08% vs. 76.47%),而在 IIB 期以上的诊断中 DWI 准确率更高。但该研究诊断的金标准为宫颈刮片细胞学和组织活检,而非术后病理。练伟等<sup>[20]</sup>研究纳入 IA-IIIB 期宫颈癌患者,联合 DCE-MRI 及 DWI 诊断不同分期的效能达 90.91%~100%,但本研究单独诊断的效能已达到相似水平。

本研究进一步分析了 DCE-MRI 诊断阴道累及、淋巴结转移的诊断效能,发现其准确度、特异度均达 96% 以上,尤其是对于 IIIC 期的诊断,评估淋巴结转移的准确度达 97.31%、特异度达 98.82%。Liu 等<sup>[21]</sup>回顾性分析了 42 例行淋巴结切除的宫颈癌患者共 1 109 枚淋巴结的 MRI 和 DWI 图像,发现低 DWI 值可用于预测宫颈癌淋巴结切除,敏感性和特异性达 95% 以上。因 DCE-MRI 与 DWI 在不同分期中的诊断价值,有学者探讨联合两个技术的诊断价值。曹伟学等<sup>[22]</sup>通过将 DCE-MRI 技术联合 DWI 应用于宫颈癌诊断,发现联合诊断的效能均达 96% 以上,而本研究单独 DCE-MRI 技术诊断淋巴结转移、阴道累及的准确度、特异度也可达 96% 以上,单独应用 DCE-MRI 技术诊断的灵敏度低于联合诊断,但单独诊断的患者花费明显低于联合诊断。有学者纳入 66 例术前行 DCE-MRI 的 IB-IIA 期宫颈癌患者,多因素分析发现  $K_{ep}$  和淋巴结短径是淋巴结转移的危险因素,以  $K_{ep}=1.113 \text{ min}^{-1}$  为临界值,预测淋巴结转移的敏感度可达 90.7%<sup>[23]</sup>。与该研究不同,本研究重点分析了 DCE-MRI 在宫颈癌分期和特定病理特征方面的诊断效能,并未对具体参

数进行分析。此外,已有研究表明 DCE-MRI 多参数联合模型对于预测晚期宫颈癌患者同步放化疗疗效具有一定的价值<sup>[24-25]</sup>。本课题组也将继续探讨 DCE-MRI 应用于预测宫颈癌手术患者远期复发及复发后治疗疗效的价值。

综上,本研究通过回顾性分析 186 例宫颈癌患者的临床资料,以术后病理为金标准进行验证,发现动态增强 MRI 技术在诊断阴道累及、淋巴结转移、深肌层浸润等方面具有较高的准确度与特异度,可作为子宫颈癌术前临床分期评估的重要参考。

### 参考文献

- 1 Bhatla N, Berek JS, Cuello Fredes M, et al. Revised FIGO staging for carcinoma of the cervix uteri[J]. *Int J Gynaecol Obstet*, 2019, 145(1): 129-135. DOI: [10.1002/ijgo.12749](https://doi.org/10.1002/ijgo.12749).
- 2 Corrigendum to "Revised FIGO staging for carcinoma of the cervix uteri" [*Int J Gynecol Obstet* 145(2019) 129-135][J]. *Int J Gynaecol Obstet*, 2019, 147(2): 279-280. DOI: [10.1002/ijgo.12969](https://doi.org/10.1002/ijgo.12969).
- 3 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. [Zhang T, Liu AL, Wang HQ, et al. Dynamic contrast-enhanced MRI in the diagnosis of uterine cervical cancer[J]. *Chinese Journal of Radiology*, 2009, 43(9): 973-977.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2009.09.019](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2009.09.019).
- 4 王艾博,边杰. DCE-MRI 原理及临床应用情况[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2016, 27(6): 435-438. [Wang AB, Bian J. The principle and application in clinic of dynamic contrast enhancement magnetic resonance imaging[J]. *Journal of China Clinic Medical Imaging*, 2016, 27(6): 435-438.] DOI: [CNKI:SUN:LYYX.0.2016-06-017](https://doi.org/CNKI:SUN:LYYX.0.2016-06-017).
- 5 Abu-Rustum NR, Yashar CM, Bean S, et al. NCCN guidelines insights: cervical cancer, version 1.2020[J]. *J Natl Compr Canc Netw*, 2020, 18(6): 660-666. DOI: [10.6004/jnccn.2020.0027](https://doi.org/10.6004/jnccn.2020.0027).
- 6 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 宫颈癌诊疗规范(2018年版)[J]. *肿瘤综合治疗电子杂志*, 2020, 6(3): 33-43. [National Health Commission of the People's Republic of China. Guidelines for diagnosis and treatment of cervical cancer (2018 version)[J]. *Journal of Multidisciplinary Cancer Management (Electronic Version)*, 2020, 6(3): 33-43.] DOI: [10.12151/JMCM.2020.03-06](https://doi.org/10.12151/JMCM.2020.03-06).

- 7 高克非, 刘富元, 冯艳玲, 等. 子宫颈癌盆腔淋巴结转移的术前 CT 评价 [J]. 临床肿瘤学杂志, 2004, 9(6): 578–580, 585. [Gao KF, Liu FY, Feng YL, et al. The assessing by preoperative CT scan for pelvic lymph node metastases of uterine cervical carcinoma[J]. Chinese Clinical Oncology, 2004, 9(6): 578–580, 585.] DOI: [10.3969/j.issn.1009-0460.2004.06.006](https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-0460.2004.06.006).
- 8 戴景蕊, 张洵, 蒋玲霞, 等. CT 扫描对早期宫颈癌的诊断价值 [J]. 中华肿瘤杂志, 2006, 28(2): 151–154. [Dai JR, Zhang X, Jiang LX, et al. Value of CT scanning in the diagnosis of early cervical carcinoma[J]. Chinese Journal of Oncology, 2006, 28(2): 151–154.] DOI: [10.3760/j.issn:0253-3766.2006.02.021](https://doi.org/10.3760/j.issn:0253-3766.2006.02.021).
- 9 Dappa E, Elger T, Hasenburg A, et al. The value of advanced MRI techniques in the assessment of cervical cancer: a review[J]. Insights Imaging, 2017, 8(5): 471–481. DOI: [10.1007/s13244-017-0567-0](https://doi.org/10.1007/s13244-017-0567-0).
- 10 Matani H, Patel AK, Horne ZD, et al. Utilization of functional MRI in the diagnosis and management of cervical cancer[J]. Front Oncol, 2022, 12: 1030967. DOI: [10.3389/fonc.2022.1030967](https://doi.org/10.3389/fonc.2022.1030967).
- 11 Pötter R, Tanderup K, Schmid MP, et al. MRI-Guided adaptive brachytherapy in locally advanced cervical cancer (EMBRACE-I): a multicentre prospective cohort study[J]. Lancet Oncol, 2021, 22(4): 538–547. DOI: [10.1016/S1470-2045\(20\)30753-1](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(20)30753-1).
- 12 范辉健. 子宫颈癌正常大小淋巴结转移情况调查及 CT 影像学预测模型的构建 [D]. 广东: 南方医科大学, 2022. [Fan HJ. Investigation of normal size lymph node metastasis in cervical cancer and construction of CT radiomics prediction model[D]. Guangdong: Southern Medical University, 2022.] DOI: [10.27003/d.cnki.gojyu.2021.000706](https://doi.org/10.27003/d.cnki.gojyu.2021.000706).
- 13 中华医学会放射学分会宫颈癌专家组. 宫颈癌磁共振检查及诊断规范专家共识 [J]. 肿瘤影像学, 2017, 26(4): 250–254. [Cervical Cancer Expert Group of Chinese Society of Radiology. Expert consensus on MRI examination and diagnosis of cervical cancer[J]. Oncoradiology, 2017, 26(4): 250–254.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-617X.2017.04.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-617X.2017.04.002).
- 14 黄道煌, 秦添, 杜坤, 等. DCE-MRI 定量参数与宫颈癌临床分期及预后相关性 [J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2021, 18(4): 156–159. [Huang DH, Qin T, Du K, et al. Correlation between quantitative parameters of DCE-MRI and clinical stage, prognosis of cervical cancer[J]. Journal of Hunan Normal University (Medical Science), 2021, 18(4): 156–159.] DOI: [10.3969/j.issn.1673-016X.2021.04.045](https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-016X.2021.04.045).
- 15 Brix G, Schreiber W, Hoffmann U, et al. Methodological approaches to quantitative evaluation of microcirculation in tissues with dynamic magnetic resonance tomography[J]. Radiologe, 1997, 37(6): 470–480. DOI: [10.1007/s001170050241](https://doi.org/10.1007/s001170050241).
- 16 何斌, 杨海香, 吴芹. 动态增强 MRI 技术对宫颈癌术前分期的诊断价值 [J]. 江西医药, 2020, 55(2): 211–212, 217. [He B, Yang HX, Wu Q. The diagnostic value of dynamic contrast-enhanced MRI in preoperative staging of cervical cancer[J]. Jiangxi Medical Journal, 2020, 55(2): 211–212, 217.] DOI: [10.3969/j.issn.1006-2238.2020.02.040](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-2238.2020.02.040).
- 17 王洁茹, 李梅莲, 温凤玲, 等. 磁共振动态增强检查对宫颈癌的诊断价值 [J]. 深圳中西医结合杂志, 2021, 31(21): 86–88. [Wang JR, Li ML, Wen FL, et al. The diagnostic value of dynamic enhanced magnetic resonance examination for cervical cancer[J]. Shenzhen Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, 2021, 31(21): 86–88.] DOI: [10.16458/j.cnki.1007-0893.2021.21.034](https://doi.org/10.16458/j.cnki.1007-0893.2021.21.034).
- 18 Baliyan V, Das CJ, Sharma R, et al. Diffusion weighted imaging: technique and applications[J]. World J Radiol, 2016, 8(9): 785–798. DOI: [10.4329/wjr.v8.i9.785](https://doi.org/10.4329/wjr.v8.i9.785).
- 19 苏兰芳, 刘越雄, 万江花, 等. 动态增强 MRI 与 DWI 在中老年宫颈癌分期诊断中的价值比较 [J]. 中国老年学杂志, 2022, 42(7): 1587–1590. [Su LF, Liu YX, Wan JH, et al. The value of dynamic contrast-enhanced MRI and DWI in the staging of cervical cancer in middle-aged and elderly patients[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2022, 42(7): 1587–1590.] DOI: [10.3969/j.issn.1005-9202.2022.07.015](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-9202.2022.07.015).
- 20 练伟, 潘佳. 动态对比增强 MRI、磁共振弥散加权成像联合应用在宫颈癌患者分期诊断中的价值 [J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5(18): 86–87. [Lian W, Pan J. The value of combined application of dynamic contrast-enhanced MRI and diffusion-weighted imaging in the staging of cervical cancer[J]. Journal of Imaging Research and Medical Applications, 2021, 5(18): 86–87.] DOI: [10.3969/j.issn.1005-9202.2022.07.015](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-9202.2022.07.015).

- 10.3969/j.issn.2096-3807.2021.18.041.
- 21 Liu Y, Liu H, Bai X, et al. Differentiation of metastatic from non-metastatic lymph nodes in patients with uterine cervical cancer using diffusion-weighted imaging[J]. *Gynecol Oncol*, 2011, 122(1): 19-24. DOI: [10.1016/j.ygyno.2011.03.023](https://doi.org/10.1016/j.ygyno.2011.03.023).
- 22 曹伟学, 伍振宇. 磁共振扩散加权成像 (DWI)、MR 动态增强扫描诊断宫颈癌的临床价值研究 [J]. *现代医用影像学*, 2021, 30(7): 1310-1312. [Cao WX, Wu ZY. The clinical value of diffusion-weighted imaging (DWI) and dynamic contrast-enhanced MR scanning in the diagnosis of cervical cancer[J]. *Modern Medical Imageology*, 2021, 30(7): 1310-1312.] <https://d.wanfangdata.com.cn/periodical/ChlQZXJpb2RpY2FsQ0hJTmV3UzIwMjMwODMxMjE1eXh4MjAyMTA3MDM3GghhMTFzOXN4Yw%3D%3D>.
- 23 Bai Z, Shi J, Yang Z, et al. Quantitative kinetic parameters of primary tumor can be used to predict pelvic lymph node metastasis in early-stage cervical cancer[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2021, 46(3): 1129-1136. DOI: [10.1007/s00261-020-02762-6](https://doi.org/10.1007/s00261-020-02762-6).
- 24 Yang W, Qiang JW, Tian HP, et al. Multi-parametric MRI in cervical cancer: early prediction of response to concurrent chemoradiotherapy in combination with clinical prognostic factors[J]. *Eur Radiol*, 2018, 28(1): 437-445. DOI: [10.1007/s00330-017-4989-3](https://doi.org/10.1007/s00330-017-4989-3).
- 25 Zhang Q, Guo J, Ouyang H, et al. Added-value of dynamic contrast-enhanced MRI on prediction of tumor recurrence in locally advanced cervical cancer treated with chemoradiotherapy[J]. *Eur Radiol*, 2022, 32(4): 2529-2539. DOI: [10.1007/s00330-021-08279-w](https://doi.org/10.1007/s00330-021-08279-w).

收稿日期: 2023 年 07 月 05 日 修回日期: 2023 年 08 月 28 日

本文编辑: 李 阳 黄 笛

引用本文: 王利君, 张燕, 王璐, 等. 动态增强磁共振成像技术在子宫颈癌临床分期中的应用[J]. *数理医药学杂志*, 2023, 36(9): 664-670. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202307034](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202307034).

Wang LJ, Zhang Y, Wang L, et al. Application of dynamic contrast-enhanced MRI technology in clinical staging of cervical cancer[J]. *Journal of Mathematical Medicine*, 2023, 36(9): 664-670. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202307034](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202307034).