

3.0T 磁共振弥散加权成像(DWI)对子宫颈癌的临床应用

杨会云

河北省河间市人民医院，河北河间，062450；

摘要：子宫颈癌是全球女性最常出现的恶性肿瘤之一，准确的诊断、分段以及疗效判定对临床治疗和改善患者预后极为关键，磁共振成像（MRI）作为评价盆腔病变的金标准，特别是弥散加权成像（DWI）的应用，再加上3.0T MRI 高信噪比和高空间分辨率，明显改进了图像质量。

关键词：子宫颈癌；磁共振成像；弥散加权成像；3.0T；临床应用

DOI：10.69979/3029-2808.26.01.076

引言

子宫颈癌是严重危害女性健康的第四位常见恶性肿瘤，其发病率和死亡率在全世界仍然处于较高水平，尤其是在发展中国家。子宫颈癌的主要病理类型为鳞状细胞癌和腺癌。子宫颈癌的治疗方案和患者的预后在很大程度上取决于肿瘤的临床分期，国际妇产科联盟(FIGO)分期是目前临床应用最广泛的分期标准。MRI 对软组织的高分辨能力，是 FIGO 分期推荐的、最佳的用于辅助临床分期的影像学方法。

1 DWI 基本原理

弥散加权成像技术是目前唯一能够无创检测活体组织内水分子弥散运动的影像技术，其物理基础是水分子的布朗运动，即在没有任何外力作用的情况下，水分子所作的一种永不停息的随机热运动。通过改变弥散敏感梯度场的强度与持续时间，即 b 值(s/mm²)，可以改变图像对水分子弥散运动的敏感性。b 值越高，对弥散运动的权重越大，图像信号的衰减也就越明显。恶性肿瘤组织中细胞密度明显增多，细胞排列紧密，细胞外间隙减小，水分子的自由运动路径受到限制，弥散受限。所以在采用高 b 值的 DWI 图像上，肿瘤组织信号衰减少于正常组织，表现为明显的高信号，与周围正常组织的低信号形成强烈对比，极大的提高了病灶的检出率。ADC 表观弥散系数是利用至少两个不同的 b 值采集的 DWI 图像，经过计算得到的量化参数，代表了单位体积内水分子的平均弥散能力。ADC 图是一张参数图，它的信号强度与弥散能力成正比，可以客观、定量地反映组织的弥散情况，排除了 T2 穿透效应对 DWI 信号的影响，所以在定性诊断中比单独的 DWI 图像更可靠。

2 3.0TDWI 在子宫颈癌诊断与鉴别的应用研究

2.1 子宫颈癌的检测与定性诊断

在常规 T2WI 上，子宫颈癌多呈中等至稍高信号，但早期或小病灶时，其信号与正常宫颈组织差别不大，易发生漏诊。而在 3.0T 高 b 值 DWI 图像上，肿瘤病灶表现为明亮的“灯泡征”，与周围组织形成了鲜明的对比，结合 ADC 图上的相应低信号区，能极大增强诊断的信心。诸多研究显示，联用 T2WI 和 DWI，可显著提升子宫颈癌的检出率，特别针对直径小于 2 厘米的早期病灶。ADC 值是定量指标，恶性肿瘤的 ADC 值明显低于正常宫颈组织以及大部分良性病变（如宫颈纳氏囊肿、炎性增生等），虽然宫颈肌瘤等部分良性病变也可能因为细胞成分丰富而出现较低的 ADC 值，但是结合其在 T2WI 上的低信号表现，一般不难鉴别。所以 ADC 值可以作为一个重要的量化指标，为放射科医生提供一个定性诊断的参考，减少主观判断的差异。

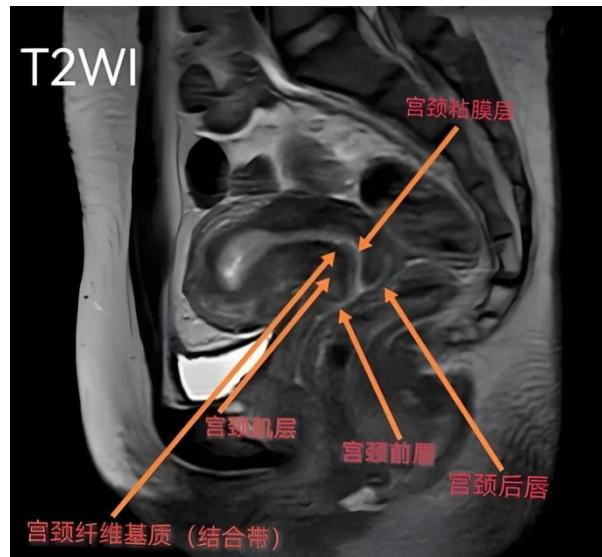


图 1 宫颈正常解剖结构的 T2WI 显示

2.2 鉴别不同病理类型与分级

子宫颈癌不同的病理类型和分化程度会直接影响到其生物学行为以及预后情况，所以探寻 DWI 能否识别这些差别很有临床价值。子宫颈鳞状细胞癌（SCC）和腺癌（AC）是最常见的类型，有些研究显示 SCC 的细胞一般要比 AC 的小且密集，它的 ADC 数值比较低，但仅靠 ADC 数值来区分 SCC 和 AC 还存在争议，要更多样本量的研究才能加以证实。ADC 值与肿瘤组织学分级的相关性较为明显，一般情况下，低分化（G3）肿瘤细胞异型性较大，核分裂象较多，排列较紧密，其弥散受限程度较 G1、G2 肿瘤更为严重，其 ADC 值也相对较低。这表明治疗前 ADC 值可以作为一种无创的影像学指标来评估肿瘤的恶性程度和侵袭性，为临床制定个体化治疗方案提供依据。

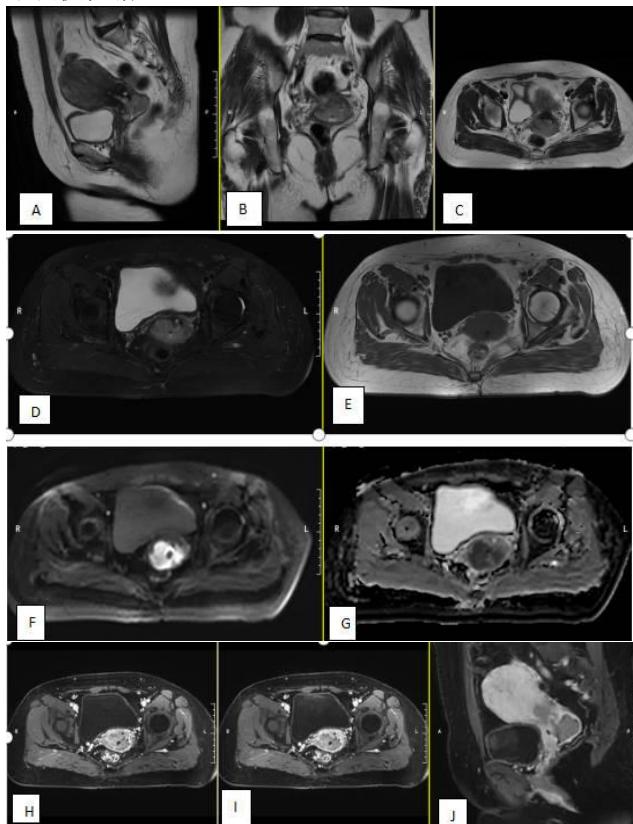


图 2 子宫颈癌

女，45岁，阴道不规则出血1个月余，子宫颈中分化鳞癌，侵犯子宫颈壁大于1/2，未累及阴道（I B2 期），A-G. MRI 显示子宫颈后部肿物，T2WI 呈稍高信号，T1WI 呈等信号，DWI 呈高信号，ADC 图呈低信号；H-J. MRI 多期动态增强扫描示病变于动脉期呈不均匀强化，延迟期造影剂廓清，信号明显低于周围逐渐强化的宫颈肌层，呈流出型的强化方式，周围基质环完整。

3.3.0 TDWI 在子宫颈癌分期的应用研究

3.1 评估宫旁浸润

准确判断是否存在宫旁浸润是子宫颈癌分期的关键，也是决定患者接受手术治疗还是同步放化疗的重要依据。在 FIGO 分期中一旦存在宫旁浸润，即为 IIB 期。常规 T2WI 主要通过观察宫颈外侧缘低信号的纤维基质环是否完整来进行判断，但当肿瘤合并周围水肿或炎性反应时，T2W 上肿瘤边界难以准确判定，容易出现假阳性。3.0TDWI 肿瘤组织的高信号如果穿透了低信号的宫颈基质环，并呈结节状或不规则状侵入到宫旁的脂肪间隙中，这就非常提示有宫旁浸润的情况存在，结合 ADC 图上显示的低信号，就能进一步确认这些被侵犯的组织是属于肿瘤性质的。3.0TMRI 高分辨率的特点，能够更加敏锐地察觉到宫颈基质环出现的微小中断以及肿瘤很早时候就开始发生的浸润情况，很多荟萃分析表明，把 DWI 同 MRI 结合起来使用，在评价宫旁浸润方面无论是特异性还是准确度都要比单独用 T2WI 要好得多，从而有效地降低了分期偏高或者偏低的现象发生。

3.2 评估淋巴结转移

盆腔淋巴结转移是影响子宫颈癌患者预后的独立危险因素，也是影响治疗范围（是否需要扩大范围放疗）的重要因素。传统的影像学方法（CT 和常规 MRI）主要依靠淋巴结的大小、形态（如短径 $>1\text{cm}$ 、圆形、边缘不规则、中央坏死）来判断是否转移，但是小的转移性淋巴结形态和大小可能是正常的，而炎性增大的淋巴结可能被误认为转移。转移性淋巴结被肿瘤细胞浸润后，内部结构发生变化，细胞密度增加，因此 DWI 表现为高信号，ADC 值降低。所以即使是一些尺寸正常的淋巴结，只要有明显的弥散受限现象就应该非常注意是否发生了转移。3.0TDWI 允许对小至 5mm 左右的淋巴结进行 ADC 值测定，相关研究显示合适的 ADC 阈值如 $1.0-1.1 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ，可以很好地鉴别转移性的和反应增生的淋巴结，鉴别能力明显优于常规所用的尺寸标准，尤其是在提升诊断敏感度上表现更为明显。

3.3 评估邻近器官侵犯

当子宫颈癌侵犯到膀胱或者直肠粘膜时，根据 FIGO 的分期就属于 IVA 期，这时候患者基本已经丧失了手术的机会。T2WI 是检查邻近器官侵犯的标准序列，主要是看肿瘤和膀胱或者直肠壁之间有没有脂肪间隙，器官

壁信号改变。但肿瘤引起的周围炎性反应会把器官壁变得又厚又肿，这就跟肿瘤直接侵犯在 T2WI 上不好区分，而 DWI 上肿瘤侵犯部位会出现局灶性的高信号，如果 DWI 高信号灶连续把膀胱或者直肠壁正常低信号结构打断，并且伸到黏膜层，就可以确诊为侵犯。3.0TDWI 的高对比度和高空间分辨率能更清楚地显示肿瘤和邻近器官之间的解剖关系，这有助于更精确地判断侵犯的深度和范围，给临床制订治疗决定给予可靠的依照。

4.3.0 TDWI 在治疗反应评估中的应用

4.1 早期评估与预测治疗反应

对于接受 CCRT 治疗的局部晚期子宫颈癌患者来说，早期、准确地评估治疗反应十分重要。传统的疗效评估方法，主要是看治疗后肿瘤有无变小，但这种形态上的改变往往要比肿瘤内部的生物改变晚一些，所以评估时间也相对较晚。DWI 可以捕捉到由治疗带来的细胞层面的变化，有效的治疗会使得肿瘤细胞凋亡和坏死，这时细胞膜的完整度就会被破坏，细胞的密度也会随之下降，水分子的扩散能力就会上升，ADC 值上升，而这种 ADC 值的变化一般会在肿瘤体积减小之前好几周就出现了。所以治疗早期，也就是 CCRT 开始后的 2-3 周，就可以通过监测 ADC 值的变化来无创地筛选出对治疗敏感的患者（ADC 值显著上升）以及对治疗不敏感的患者（ADC 值没有明显变化或者下降）。这种早期识别，让临床医生有了机会为那些疗效欠佳的患者调整治疗策略，比如换用别的化疗药或者加大剂量，从而做到真正的因人施治，既免除无效治疗带来的毒副作用和时滞。也有部分研究涉及到了治疗前的 ADC 值对于治疗反应的预测意义，虽然结论并不完全一致，不过大多研究觉得，更低的基线 ADC 数值（也就是更具有侵略性的肿瘤），大概预示着对 CCRT 的反应会差些。

4.2 治疗后随访与复发监测

子宫颈癌患者在治疗后需要长期随访，以观察肿瘤是否复发。治疗后盆腔解剖结构会发生改变，广泛纤维化、放疗后组织水肿及炎症，使常规 MRI 在区分复发肿瘤与治疗后改变时鉴别困难，二者在 T2WI 上均为信号

异常的软组织肿块。复发的肿瘤组织由于细胞再次异常增殖，在 DWI 上表现为明确的局灶性高信号，ADC 值下降。而良性的治疗后改变，如纤维化组织，因为细胞成分很少，所以在 DWI 上表现为低信号，ADC 值较高。所以 3.0TDWI 的高信噪比能准确地发现位于宫颈残端、阴道壁、盆壁等部位的微小复发病灶，其诊断准确性远高于常规 MRI 及 PET-CT，并且没有电离辐射。

5 结论

3.0T 磁共振弥散加权成像 (DWI) 作为一项先进的无创功能影像技术，在高场强的优势下，已经广泛应用于子宫颈癌整个临床管理流程中，其在提高肿瘤检出率和定性诊断准确性、精确临床分期（尤其是评估宫旁浸润和淋巴结转移）等方面具有不可替代的作用，更重要的是，DWI 可以早期、定量地评估和预测治疗反应，为监测肿瘤复发、评估患者预后提供可靠的影像学标志物。随着技术的不断标准化、新模型的开发以及与放射组学等前沿领域的结合，3.0TDWI 必将在未来的子宫颈癌个体化精准诊疗中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1] 谈章懋. 3.0T 磁共振扩散加权成像及动态增强扫描在宫颈癌诊断及评价放化疗疗效中的应用 [D]. : 泸州医学院, 2014.
- [2] 姚铭. 3.0TMRI 弥散加权成像在宫颈癌诊疗中的应用研究 [D]. 吉林省: 吉林大学, 2013.
- [3] 郭润财, 刘剑羽. 3.0T 磁共振弥散加权成像在宫颈癌诊断中的应用 [J]. 中华临床医师杂志 (电子版), 2014, 8(18): 24-27.
- [4] 方宁. 3.0T 磁共振弥散加权成像 (DWI) 对子宫颈癌的临床应用 [C]//解剖科学进展杂志社. 《解剖科学进展》杂志第一届临床医学研究选题、科研设计统计与报告撰写规范培训班 (四) 论文集. 中国北京市北京市, 2025: 1-6.
- [5] 贺李. 子宫颈癌 3.0T 磁共振背景抑制弥散加权成像的应用研究 [D]. 广东省: 中山大学, 2009.