



膀胱癌邻近肌层表观扩散系数值及其比值诊断肌层浸润性膀胱癌的价值

夏威利, 张孝先, 王立峰, 许春苗, 曲金荣, 黎海亮, 张首宁, 张宏凯, 陈学军

(郑州大学附属肿瘤医院放射科, 河南 郑州 450008)

摘要:目的 评估 3.0T MRI DWI 的 ADC 值及其比值术前诊断肌层浸润性膀胱癌的应用价值。**方法** 收集经术后病理证实的 84 例膀胱癌患者的资料, 所有患者术前均行包括 DWI 序列的 3.0T MRI 检查。以膀胱壁正常肌层作为参照, 测量病灶相邻膀胱壁肌层 ADC 值及正常肌层的 ADC 值, 计算二者的比值, 绘制 ROC 曲线分析膀胱癌病灶相邻肌层的 ADC 值及其比值与诊断肌层浸润性膀胱癌的关系。**结果** 测量肌层浸润性膀胱癌病灶相邻肌层的 ADC 值为 $(1.36 \pm 0.15) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, ADC 比值约为 0.69 ± 0.11 。绘制 ROC 曲线分析, 当 ADC 值的阈值为 $1.52 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时, 诊断肌层浸润性膀胱癌的敏感性、特异性均高, 分别为 92.9%、85.2%; 当 ADC 比值为 0.74 时, 诊断肌层浸润性膀胱癌的敏感性特异性较高, 分别为 93.5%、89.8%。**结论** 膀胱癌病灶相邻肌层的 ADC 值及其比值诊断肌层浸润性膀胱癌有较高的敏感性和特异性, 以 ADC 值 $1.52 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 及 ADC 比值 0.74 为阈值诊断肌层浸润性膀胱癌具有较大的应用价值, 此阈值可作为术前诊断肌层浸润性膀胱癌的指标, 有一定的临床指导意义。

关键词: 膀胱癌; 磁共振成像; 扩散加权成像; 表观扩散系数

DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2019.02.019

中图分类号: R737.14; R445.2 文献标志码: A 文章编号: 1002-1671(2019)02-0245-05

Application of ADC value and ADC ratio in the diagnosis of muscular invasive bladder cancer

XIA Weili, ZHANG Xiaoxian, WANG Lifeng, XU Chunmiao, QU Jinrong,

LI Hailiang, ZHANG Shouning, ZHANG Hongkai, CHEN Xuejun

(Department of Radiology, the Affiliated Tumor Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450008, China)

Abstract: Objective To investigate the clinical application of ADC value and ADC ratio of 3.0T MRI DWI in the diagnosis of muscle invasive bladder cancer. **Methods** 84 consecutive patients with bladder cancer were enrolled in this study. Before surgery, all patients underwent 3.0T MRI examination which included DWI sequence. Ratio of ADC was calculated with normal muscular wall of the bladder as reference site. Measured the ADC value of the adjacent muscular layer of bladder wall and that of the normal muscular layer, and calculated the ratio. Analyzed the relationship between ADC value and ADC ratio, and the diagnosis of muscle invasive bladder cancer by ROC curve. **Results** The ADC value of muscular layer in muscular invasive bladder cancer was $(1.36 \pm 0.15) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, and the ADC ratio was 0.69 ± 0.11 . The sensitivity and specificity of the diagnosis was 92.9% and 85.2% respectively when setting ADC value of $1.52 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ as the threshold. The sensitivity and specificity of the diagnosis was 93.5% and 89.8% respectively when setting ADC ratio of 0.74 as the threshold. **Conclusion** The sensitivity and the specificity of ADC value and ADC ratio in diagnosing muscular invasion of bladder cancer are significantly higher. When setting ADC value of $1.52 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ and ADC ratio of 0.74 as the threshold, the accuracy of the diagnosis is relatively high. The threshold can be used as an indicator of the preoperative diagnosis of muscular invasive bladder cancer which has the clinical significance.

Key words: bladder cancer; magnetic resonance imaging; diffusion weighted imaging; apparent diffusion coefficient

膀胱癌为泌尿系统肿瘤中最常见的恶性肿瘤之一。临床上膀胱癌分为非肌层浸润性膀胱癌(non-muscle invasive bladder cancer, NMIBC, 病理 T 分期 $< T2a$ 期)以及肌层浸润性膀胱癌(muscle invasive bladder

cancer, MIBC, 病理 T 分期 $\geq T2a$ 期), 其划分标准就是根据膀胱癌是否浸润肌层, 二者的临床治疗方法不同^[1], NMIBC 的治疗方式为经尿道膀胱肿瘤电切术, MIBC 则为膀胱全切并辅助化疗。因此, 术前准确地诊断 MIBC, 对于临床治疗方法的选择以及患者的预后、生活质量十分重要^[2]。本研究探讨测量膀胱癌病灶相邻肌层的 ADC 值及其比值诊断 MIBC 的可行性。

作者简介: 夏威利(1990—), 男, 河南郑州人, 硕士, 主治医师, 主要从事肿瘤影像诊断工作。

通信作者: 陈学军, E-mail: chenxuejun1967@163.com

基金项目: 河南省科技攻关项目(182102310180)。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2012 年 10 月至 2016 年 12 月来郑州大学附属肿瘤医院行盆腔 MRI 检查的疑似膀胱癌患者 302 例, 纳入标准: ①临床资料完整, 图像清晰; ②均行常规 T₂WI、DWI 以及 DCE-MRI 序列扫描; ③均由病理证实且病理 T 分期及分级清楚; ④病灶直径 > 5 mm, 若病灶为多发, 则选择最大的病灶入组。根据以上纳入标准最终 84 例患者 (84 个病灶) 入组, 其中 MIBC 患者 52 例, 男 12 例, 女 8 例, 年龄 30~76 岁, 中位年龄 48.5 岁; NMIBC 患者 32 例, 男 22

例, 女 19 例, 年龄 31~75 岁, 中位年龄 50 岁。

1.2 检查方法 检查前嘱咐患者少量憋尿, 利用超声测量膀胱内尿量, 使其保证约为 100 mL。使用 3.0T MR (Signa HDx, GE Healthcare, Waukesha, WI, USA), 体部线圈, 具体扫描序列及参数见表 1。DWI 序列的 b 值取 0、800 s/mm²。DCE-MRI 序列采用高压注射器经肘静脉以流率 2.5 mL/s 注射 Gd-DTPA (0.1 mmol/kg 体质量)。注射 Gd-DTPA 后的 120 s 内, 每间隔 20 s 进行 1 次连续无间隔扫描, 5 min 后行延迟期扫描, 得到多期动态增强图像。

1.3 图像分析及 ADC 值的测量

由 2 名具有 8 年以上泌尿系统疾病影像诊断的医师共同分析图像。将患者的所有图像回传至 GE work station 4.4 工作站, 应用 Functool 软件包处理 DWI, 得到对应的 ADC 图, 参考 T₂WI 及/或 DCE-MRI 图像确定肿瘤及邻近肌层边界, 将 ROI 分别放置在膀胱壁正常肌层、病灶相邻的肌层以及膀胱癌病灶内。放置 ROI 测量 ADC 值时

表 1 MRI 扫描的序列及参数

| 参数 | T ₁ WI | T ₂ WI | DWI | DCE-MRI |
|---------|-------------------|-------------------|---------|---------|
| 序列名称 | FSE | FSE | EPI | LAVA |
| TR(ms) | 650 | 4 800 | 4 000 | 3.5 |
| TE(ms) | 20 | 120 | 100 | 1.5 |
| 层厚 (ms) | 5 | 4 | 5 | 4 |
| 层间距(mm) | 0.5 | 0.4 | 0.5 | -2 |
| NEX | 1 | 4 | 6 | 1 |
| FOV(mm) | 360×250 | 240×170 | 360×250 | 420×300 |
| 矩阵 | 512×512 | 512×512 | 256×256 | 512×512 |

注: FSE, 快速自旋回波; LAVA, 肝脏快速容积采集

应遵循以下原则: (1)同一位置 2 位医师多次测量计算平均 ADC 值。(2)最大限度地放置在膀胱壁的中间位置, 避开坏死区域并尽量远离边界, 以降低部分容积效应的影响。(3)2 位医师测量的 ADC 值相差较大时由高年资主任医师测量判断。(4)测量远离病灶的正常肌层的 ADC 值, 作为参考值。(5)计算 ADC 比值 (病灶邻近肌层 ADC 值/远离病灶的正常肌层 ADC 值)。

1.4 参考标准 病理诊断分期标准根据国际抗癌联盟 (Union International Control Cancer/International Union Against Cancer, UICC) 提出的 TNM 分期法 (2002 年版) 判断, T 分期 < T_{2a} 为 NMIBC, T 分期 ≥ T_{2a} 为 MIBC; 病理分级标准采用 WHO 2004 分级法,

分为低级别尿路上皮癌和高级别尿路上皮癌。

1.5 统计学分析 应用 SPSS18.0 对数据进行统计分析。绘制 ROC 曲线分析膀胱癌病灶相邻肌层的 ADC 值及其比值, 分析 ROC 曲线得出诊断 MIBC 的 ADC 值及其比值的阈值。

2 结果

MIBC 与 NMIBC 患者在年龄、性别、病灶大小等方面的差异均无统计学意义 (表 2)。52 例 MIBC 中 78.8% (41/52) 为高级别尿路上皮癌, 21.2% (11/52) 为低级别尿路上皮癌; 32 例 NMIBC 中 12.5% (4/32) 为高级别尿路上皮癌, 87.5% (28/32) 为低级别尿路上

表 2 84 例患者的临床、病理及影像资料

| | MIBC (n=52) | NMIBC (n=32) | P 值 |
|---|---------------|---------------|-------|
| 男: 女 | 32 : 20 | 21 : 11 | 0.708 |
| 中位年龄 (岁) | 55 (36~71) | 52.5 (31~73) | 0.403 |
| 数量 (单发: 多发) | 44 : 8 | 32 : 0 | 0.020 |
| 分化级别 (高: 低) | 41 : 11 | 4 : 28 | 0.000 |
| 手术 (电切: 全切) | 42 : 10 | 30 : 2 | 0.101 |
| 复发或转移 (有: 无) | 31 : 21 | 5 : 27 | 0.018 |
| 最大径 (cm) | 1.2 (0.8~2.7) | 2.0 (1.5~4.0) | 0.302 |
| 平均 ADC 值 (×10 ⁻³ mm ² /s) | 1.36±0.15 | 2.02±0.39 | 0.012 |
| ADC 比值 | 0.69±0.11 | 0.82±0.14 | 0.029 |

皮癌,二者差异有统计学意义($P < 0.05$)。随访 10~60 个月(中位随访时间 41 个月),MIBC 中 21 例出现复发,5 例出现多发淋巴结转移,3 例出现肺转移,2 例出现肝转移。NMIBC 中 5 例出现膀胱复发。

膀胱癌浸润肌层的平均 ADC 值为 $(1.36 \pm 0.15) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ (图 1A~E),未浸润肌层的平均 ADC 值为 $(2.02 \pm 0.39) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ (图 2A~E),差异有统计学意义($P < 0.05$),浸润肌层 ADC 比值为 0.69 ± 0.11 ,未浸润肌层 ADC 比值为 0.82 ± 0.14 ,差异有统计学意义($P < 0.05$)。

根据膀胱癌相邻肌层的 ADC 值及其比值绘制 ROC 曲线(图 3),ADC 值 AUC 为 0.962,ADC 比值的 AUC 为 0.967。分析这 2 条曲线发现 ADC 比值的曲线比 ADC 值的曲线更接近左上角,提示 ADC 比值诊断 MIBC 的敏感性较后者的标准要高。当 ADC 值阈值为 $1.52 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 时,诊断 MIBC 的敏感性为 92.9%,特异性为 85.2%,当 ADC 比值的阈值为 0.74 时,诊断 MIBC 的敏感性、特异性分别为 93.5%、89.8%。

3 讨论

膀胱癌好发于老年男性,是泌尿系统常见的恶性肿瘤,近年来发病率逐渐提高。与 NMIBC 相比 MIBC 的预后差,容易出现复发及转移,随访 10~60 个月(中位随访时间 41 个月),MIBC 中 21 例出现复发,5 例出现多发淋巴结转移,3 例出现肺转移,2 例出现肝转移,NMIBC 中只有 5 例出现膀胱复发,与既往报道结果相似^[3]。由于 MIBC 预后差,治疗指南推荐 MIBC 治疗方法为根治性膀胱全切并化疗,NMIBC 治疗方法为经尿道膀胱肿瘤电切术,二者的手术方式不同,患者的预后及生活质量也有较大的差别,因此术前准确地诊断 MIBC 一直是临床工作的重点。MRI 是目前公认的诊断膀胱癌最好的无痛检查技术之一^[4]。近年来随着 MRI 功能成像技术的发展,特别是 DWI、DCE-MRI 等 MR 功能序列的应用,使膀胱癌术前准确分期成为可能^[5]。

由于膀胱壁较薄,影像诊断分期困难。膀胱为中空脏器,膀胱壁较薄,膀胱充盈欠佳时,膀胱壁皱缩呈团状,膀胱过度充盈时,膀胱壁牵拉伸展使肌层更加纤

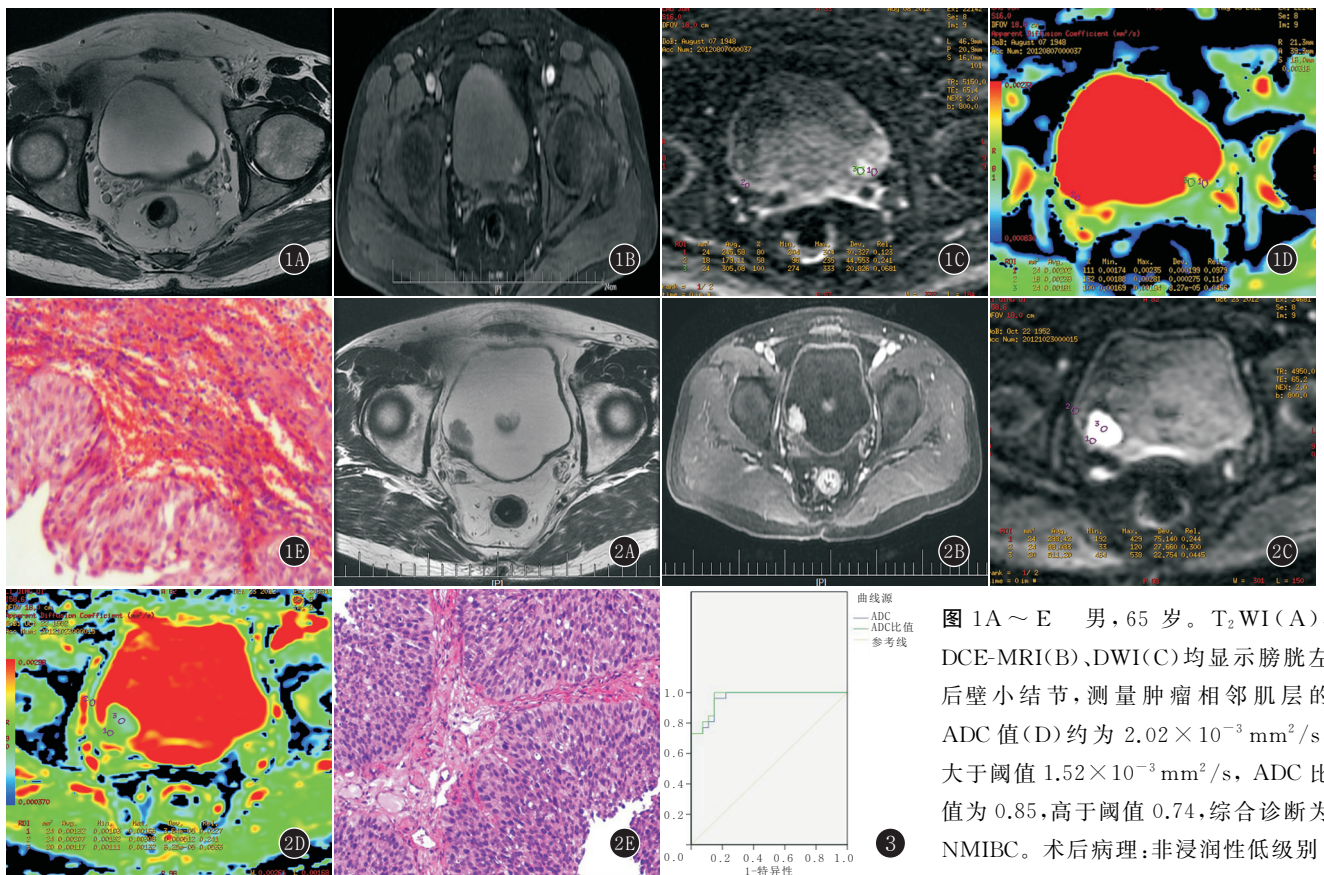


图 1A~E 男,65 岁。T₂WI(A)、DCE-MRI(B)、DWI(C)均显示膀胱左后壁小结节,测量肿瘤相邻肌层的 ADC 值(D)约为 $2.02 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,大于阈值 $1.52 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,ADC 比值为 0.85,高于阈值 0.74,综合诊断为 NMIBC。术后病理:非浸润性低级别

尿路上皮癌(E,HE 10×10) 图 2A~E 男,60 岁。T₂WI(A)、DCE-MRI(B)、DWI(C)显示膀胱右后壁结节相邻肌层信号连续性完整,常规序列难以判断膀胱癌是否浸润肌层,测量病灶相邻肌层的 ADC 值(D)约为 $1.32 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,小于阈值 $1.52 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,测量 ADC 比值为 0.64,低于阈值 0.74,综合诊断为 MIBC。术后病理:浸润性高级别尿路上皮癌(E,HE 10×10) 图 3 ADC 值及其比值诊断 MIBC 的 ROC 曲线

薄,这 2 种情况都不利于判断肌层浸润情况,合适的充盈度能够获得高质量的图像,更加有利于膀胱肌层受浸润情况的显示,因此膀胱充盈度的选择一直是检查前准备工作的难点。本研究中患者检查前准备时先利用超声测量膀胱内尿量,发现膀胱充盈度约为 100 mL 时,膀胱壁的褶皱恰好展开而又不过分扩张,获得的图像显示膀胱肌层清晰。

DWI 是基于水分子的布朗运动反映水分子在组织中的扩散受限情况,DWI 信号的改变与组织的成分、细胞密度和体积等因素有关。DWI 越来越多地用于全身肿瘤的评估^[6-8],并且在泌尿系统肿瘤的诊断和分期、预测预后等方面中显示出巨大的应用价值^[9]。DWI 序列应用于膀胱癌病灶的检出及定性方面的价值国内外早已有研究^[10-12],发现 DWI 序列能够大大提高膀胱癌病灶的检出率。病灶的 ADC 值可以鉴别肿瘤的良恶性以及评估恶性程度,其可行性已得到认可,国内有学者研究应用 ADC 值从分子水平诊断膀胱癌恶性程度的价值^[13],国外已经有很多报道利用肿瘤的 ADC 判断膀胱癌的病理分级或分期^[14],但是利用测量膀胱癌病灶相邻肌层的 ADC 值判断膀胱癌是否浸润肌层国内外均未见报道。本研究发现,以膀胱癌相邻肌层 ADC 值 $1.52 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 为阈值时,诊断 MIBC 的敏感性为 92.9%,特异性为 85.2%,因此测量膀胱癌病灶相邻肌层的 ADC 值可作为术前诊断 MIBC 的指标。

由于不同的研究者使用的 MR 扫描仪的型号、线圈、场强、DWI 所选的 b 值不同等原因,因而所得到的膀胱癌病灶、邻近肌层及正常肌层的 ADC 值差异较大。本研究中选择膀胱壁正常肌层作为计算 ADC 比值的参考组织,可以减少单纯测量 ADC 值有较大差异的各种不利影响因素,国内有学者也提出类似的 ADC 比值的概念^[15]。采用 ADC 比值可以减少误差,比 ADC 值更具有可比性,本研究结果也发现诊断 MIBC 时 ADC 比值比单纯测量病灶邻近 ADC 值的敏感性略高。本研究发现所有未浸润肌层的 ADC 比值也均 < 1 ,可能原因是膀胱癌病灶虽然尚未浸润邻近的肌层,但是病灶的血供已经引起了邻近肌层组织中水分子扩散受限情况的改变,导致 ADC 值的降低,因此与正常肌层的 ADC 比值 < 1 。

虽然利用膀胱癌病灶相邻肌层的 ADC 值及其比值的阈值能够客观地评价病灶相邻肌层的受侵情况,但是国内外关于类似的研究报道较少,而且本研究收集的样本量较少,因此该阈值推广应用于临床之前,还需要继续增加样本量分析、校正。

总之,测量膀胱癌病灶相邻肌层的 ADC 值及其

比值可以应用于术前诊断 MIBC,以 ADC 值 $1.52 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 及 ADC 比值 0.74 为阈值诊断 MIBC 时具有较高的敏感性及特异性,可以作为术前诊断 MIBC 的重要参考指标。

参考文献:

- [1] 周晓峰,丁振山,方丹波,等.经尿道保留膀胱的不同手术方法对老年肌层浸润性膀胱癌的疗效分析[J].中华医学杂志,2016,96(16):1278-1280.DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2016.16.011.
- [2] 李双辉,张志宏,徐勇,等.根治性经尿道膀胱肿瘤电切术加化疗治疗肌层浸润性膀胱癌的疗效分析[J].中华泌尿外科杂志,2012,33(3):215-218.DOI:10.3760/cma.j.issn.1000-6702.2012.03.017.
- [3] 邓建华,李汉忠,张玉石.非肌层浸润性膀胱癌进展风险研究现状[J].中华医学杂志,2014,94(22):1758-1759.DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2014.22.024.
- [4] GHAFUORI M,SHAKIBA M,GHIASI A,et al.Value of MRI in local staging of bladder cancer[J].Urol J,2013,10(2):866-872.
- [5] 李丹燕,汪洋,何健,等.MRI 不同序列组合在膀胱癌术前 T 分期诊断中的临床应用[J].实用放射学杂志,2015,31(12):1983-1987.DOI:10.3969/j.issn.1002-1671.2015.12.014.
- [6] TAN S L,RAHMAT K,ROZALLI F I,et al.Differentiation between benign and malignant breast lesions using quantitative diffusion-weighted sequence on 3T MRI[J].Clin Radiol,2014,69(1):63-71.DOI:10.1016/j.crad.2013.08.007.
- [7] LIN Y,CHEN Z,KUANG F,et al.Evaluation of international federation of gynecology and obstetrics stage IB cervical cancer: comparison of diffusion-weighted and dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging at 3.0 T[J].J Comput Assist Tomogr,2013,37(6):989-994.DOI:10.1097/RCT.0b013e3182990a65.
- [8] JANKA R,HAMMON M,GEPPELT C,et al.Diffusion-weighted MR imaging of benign and malignant breast lesions before and after contrast enhancement[J].Rofo,2014,186(2):130-135.DOI:10.1055/s-0033-1350298.
- [9] 李浩杰,梁雨丽,李安琴,等.浸润性肾盂癌 MRI 诊断价值[J].实用放射学杂志,2017,33(2):236-239.DOI:10.3969/j.issn.1002-1671.2017.02.019.
- [10] NAKAMURA Y,YOSHIDA S,TANAKA H,et al.Potential utility of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in diagnosis of residual bladder cancer before second transurethral resection[J].Urol Int,2017,98(3):298-303.DOI:10.1159/000456722.
- [11] 车英玉,程敬亮,杨子涛,等.膀胱癌不同病理分期及组织学分级的磁共振扩散加权成像研究[J].实用放射学杂志,2015,31(7):1140-1143,1238.DOI:10.3969/j.issn.1002-1671.2015.07.020.
- [12] WATANABE H,KANEMATSU M,KONDO H,et al.Preoperative T staging of urinary bladder cancer: does diffusion-weighted MRI have supplementary value? [J].AJR,2009,192(5):1361-1366.DOI:10.2214/AJR.08.1430.
- [13] 周国兴,汪波,郝楠馨,等.膀胱癌表观扩散系数与 PCNA、Ki-67 表达的相关性研究[J].实用放射学杂志,2013,29(6):947-949,953.DOI:10.3969/j.issn.1002-1671.2013.06.022.

可以选择择期手术,疗效欠佳的患者可以选择后续同步放、化疗。早期疗效的预测及监测可以帮助临床医生制订最佳的个性化治疗方案,以及尽可能地避免不必要的药物毒副反应、费用及延误治疗等,为患者的个性化治疗又提供了一种新的应用选择。

本研究还发现 ADC 值的变化早于肿瘤组织形态学变化,尤其是较高 b 值,并且 ADC 值变化率更优于单纯 ADC 值。一些关于 DWI 评价中晚期宫颈癌同步放、化疗疗效的中外文献,多数都选择 b 值为 800 s/mm² 或 1 000 s/mm²,既兼顾了高 b 值可能带来的 SNR 低影响组织结构及病灶观察的问题,又兼顾了低 b 值所产生的 T₂ 透过效应及血流灌注的影响^[9-10]。但是对于 b 值的选择目前尚无定论,本研究选取 700 s/mm² 和 1 500 s/mm² 2 个 b 值,中间 b 值 700 s/mm² 可以获得组织结构较为完整的 DWI 图像,便于观察肿瘤组织扩散受限情况及其邻近结构的解剖关系,高 b 值 1 500 s/mm² 较好地剔除 T₂ 透过效应及组织血流灌注对肿瘤病灶 ADC 值准确性的影响,联合 2 个 b 值观察宫颈癌介入栓塞治疗前、后肿瘤病灶的变化,通过 DWI 图像及 ADC 值对宫颈癌介入栓塞疗效进行预测和监测。

总之,本研究结果表明,DWI 在评价宫颈癌介入栓塞术后的早期疗效中具有一定的价值,术后第 10 天可以作为评价早期疗效的最佳监测时间点,能够潜在地预测和监测宫颈癌患者介入栓塞治疗疗效。

参考文献:

[1] 罗晓敏,宋莉,吴久玲,等.中国农村妇女宫颈癌检查项目 2012 和 2013 年上报数据结果分析[J].中华预防医学杂志,2016,50

(4):346-350.DOI:10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2016.04.012.
[2] PARK J J,KIM C K,PARK B K,等.预测新辅助化疗后宫颈癌进展:治疗后 DWI 的价值[J].国际医学放射学杂志,2016,39(6):706.DOI:10.19300/j.2016.e0932.
[3] 柳善刚,任瑞美.弥散加权成像在肿瘤疗效监测和评估中的应用及进展[J].中华临床医师杂志(电子版),2015,9(2):325-329.DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-0785.2015.02.033.
[4] 王欢欢,何健,朱丽晶,等.磁共振扩散加权成像动态监测中晚期宫颈癌放化疗疗效[J].实用放射学杂志,2015,31(1):70-74.DOI:10.3969/j.issn.1002-1671.2015.01.019.
[5] MCVEIGH P Z,SYED A M,MILOSEVIC M, et al. Diffusion-weighted MRI in cervical cancer[J]. Eur Radiol, 2008, 18(5): 1058-1064. DOI: 10.1007/s00330-007-0843-3.
[6] HARRY V N,SEMPLE S I,GILBERT F J, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the early detection of response to chemoradiation in cervical cancer[J]. Gynecol Oncol, 2008, 111(2): 213-220. DOI: 10.1016/j.ygyno.2008.07.048.
[7] 曹崑,郑虹,李英,等.磁共振扩散加权成像在宫颈癌同步放化疗后残余癌判断中的价值[J].实用放射学杂志,2016,32(2):239-242. DOI:10.3969/j.issn.1002-1671.2016.02.019.
[8] 蒋天鹏,杨学刚,许国辉,等.宫颈癌(ⅡB~ⅢB期)动脉灌注化疗栓塞的临床疗效研究[J].实用放射学杂志,2015,31(2):292-295. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2015.02.031.
[9] 张洁,张亚利,林瑞贞,等.多 b 值 DWI 在宫颈癌及 CIN Ⅲ 诊断中的应用[J].实用放射学杂志,2017,33(5):715-719. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2017.05.017.
[10] MORIBATA Y, KIDO A, FUJIMOTO K, et al. Feasibility of computed diffusion weighted imaging and optimization of b-value in cervical cancer[J]. Magn Reson Med Sci, 2017, 16(1): 66-72. DOI: 10.2463/mrms.mp.2015-0161.

(收稿日期:2017-05-03;修回日期:2018-07-17)

(下接第 248 页)

[14] SEVCENCO S, HAITEL A, PONHOLD L, et al. Quantitative apparent diffusion coefficient measurements obtained by 3-Tesla MRI are correlated with biomarkers of bladder cancer proliferative activity[J]. PLoS One, 2014, 9(9): e106866. DOI: 10.1371/journal.pone.

0106866.
[15] 周国兴,王铁彬,郝楠馨,等.3.0T 磁共振表观弥散系数比值在膀胱癌术前分级中的评估价值[J].中华医学杂志,2013,93(37):2953-2956. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2013.37.010.
(收稿日期:2018-02-03;修回日期:2018-04-11)

(上接第 252 页)

[5] 汪博,范国光. DTI 在腰椎间盘突出引起腰骶神经根压迫症中的应用价值[J]. 放射学实践, 2016, 31(7): 658-661. DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2016.07.019.
[6] 何涌,杨积昌,何启辉,等. 15~24 岁腰骶椎解剖变异与椎间盘突出相关性探讨[J]. 实用放射学杂志, 2017, 33(5): 732-735, 753. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2017.05.022.
[7] 王青云,谭琦瑄,陶仪德,等. 3D FS-nSSFP 和 PROSET 序列腰骶脊神经根成像对比分析[J]. 实用放射学杂志, 2013, 29(4): 638-640, 657. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2013.04.034.
[8] SCHEEL M, PROKSCHA T, VON ROTH P, et al. Diffusion tensor imaging of skeletal muscle-correlation of fractional anisotropy to muscle power[J]. Rofo, 2013, 185(9): 857-861. DOI: 10.1055/s-0033-1335911.

[9] 贺露姣,祝巧云,贺发良,等. DTI 在诊断腰椎间盘退变及神经根受压中的应用[J]. 实用放射学杂志, 2017, 33(3): 471-473. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1671.2017.03.038.
[10] 吴杏,胡久益,王小双,等. FA 值、ADC 值与腰骶丛脊神经根受压程度的相关性研究[J]. 临床放射学杂志, 2017, 36(5): 710-713. DOI: 10.13437/j.cnki.jcr.2017.05.028.
[11] CHUANTING L, QINGZHENG W, WENFENG X, et al. 3.0T MRI tractography of lumbar nerve roots in disc herniation[J]. Acta Radiol, 2014, 55(8): 969-975. DOI: 10.1177/0284185113508179.
[12] 穆庆华,孙英彩,彭志刚,等. 腰骶神经病变扩散张量成像的可行性评估[J]. 中华放射学杂志, 2017, 51(12): 954-959. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2017.12.013.

(收稿日期:2018-08-08;修回日期:2018-09-06)