

❖ 妇产科影像学

Diffusion weighted imaging: Apparent diffusion coefficient values of normal cervix and cervical cancer

MI Yu-cheng^{1,2}, GONG Xiang-yang^{1*}, WANG Hao-chu², FAN Shu-feng²,
CHEN Bang-wen², HE Hai-qing²

(1. Department of Radiology, Sir Run Run Shaw Hospital, School of Medicine, Zhejiang University, Hangzhou 310016, China; 2. Department of Radiology, Taizhou Hospital of Zhejiang Province, Linhai 317000, China)

[Abstract] **Objective** To investigate whether values of apparent diffusion coefficient (ADC) can quantitatively differentiate cervical cancer, normal cervix of uterus and secretion of normal cervix. **Methods** Routine MRI and transversal diffusion weighted imaging (DWI) were performed in 34 patients with pathologically proved cervical cancer and 21 normal patients. Mean ADC values of normal cervix of uterus, secretion of cervix and cervical cancer were compared. **Results** Normal cervix of uterus in DWI manifested as inner, middle, outer bands, mean ADC values were $(1.41 \pm 0.26) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(1.38 \pm 0.32) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, and $(1.40 \pm 0.16) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, respectively. Mean ADC value in cervical secretion was $(1.45 \pm 0.27) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$. There was no statistical difference among three bands of cervix and between normal cervix and cervical secretion. Mean ADC value in cervical cancer was $(1.05 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, which was lower than that of normal cervix and secretion of cervix ($P < 0.05$). **Conclusion** ADC value can not differentiate three bands of normal cervix and cervical secretion from each other, but can be used to quantitatively discriminate cervical cancer from normal cervix and cervical secretion.

[Key words] Uterine cervical neoplasms; Diffusion magnetic resonance imaging; Apparent diffusion coefficient

磁共振弥散加权成像:正常宫颈与
宫颈癌表观弥散系数

米玉成^{1,2}, 龚向阳^{1*}, 王浩初², 樊树峰², 陈邦文², 何海青²

(1. 浙江大学医学院附属邵逸夫医院放射科, 浙江 杭州 310016;
2. 浙江省台州医院放射科, 浙江 临海 317000)

[摘要] **目的** 探讨磁共振弥散加权表观弥散系数(ADC)值是否可有效地定量区分正常宫颈、正常宫颈腔分泌物和宫颈癌。 **方法** 对经活检或术后病理证实的 34 例宫颈癌患者及 21 名正常健康女性行常规 MR 及 DWI, 比较正常宫颈、正常宫颈腔分泌物和宫颈癌的 ADC 值。 **结果** 正常宫颈 DWI 表现为内、中、外带三层结构, 平均 ADC 值分别为 $(1.41 \pm 0.26) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.38 \pm 0.32) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.40 \pm 0.16) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; 正常宫颈腔分泌物平均 ADC 值为 $(1.45 \pm 0.27) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$; 宫颈癌平均 ADC 值为 $(1.05 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 宫颈癌平均 ADC 值明显小于宫颈各层及宫颈腔分泌物平均 ADC 值 ($P < 0.05$), 宫颈内、中、外带及宫颈腔分泌物平均 ADC 值差异无统计学意义。 **结论** ADC 值可有效地定量区分宫颈癌与正常宫颈、宫颈腔分泌物, 但无法有效区分正常宫颈三层结构及宫颈分泌物。

[关键词] 宫颈肿瘤; 弥散磁共振成像; 表观弥散系数

[中图分类号] R737.33; R445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2010)09-1742-03

磁共振弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)

是目前惟一能够检测活体组织水分子扩散运动的无创性方法, 其在影像诊断中的作用虽因缺少诊断特异性而受到一定限制, 然而利用 DWI 图像测得的表观弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值可以定量定向地测定水分子的扩散程度, 从而为定量分析正常组织及疾病成为可能, 逐渐成为当今研究的热点。

1 资料与方法

[作者简介] 米玉成(1977—), 男, 山东栖霞人, 在读硕士, 主治医师。研究方向: 泌尿生殖系统影像学。E-mail: miyucheng@163.com

[通讯作者] 龚向阳, 浙江大学医学院附属邵逸夫医院放射科, 310016。E-mail: zgongxy@tom.com

[收稿日期] 2010-01-21 **[修回日期]** 2010-05-20

1.1 一般资料 宫颈癌组:收集 2007 年 5 月—2008 年 9 月在我院经活检或术后病理证实为宫颈癌的患者 38 例,其中 4 例患者因 MR 检查阴性或病灶范围小难以测量肿瘤 ADC 值而剔除,另 34 例宫颈癌患者纳入研究,年龄 30~77 岁,平均 (52.7 ± 11.5) 岁,MR 检查前所有患者均未进行任何治疗。

正常组:收集 2007 年 5 月—2008 年 9 月在我院常规妇科体检正常并进行盆腔 MR 检查者 21 名,年龄 19~82 岁,平均 (47.8 ± 15.8) 岁。

1.2 仪器与方法 采用 GE Signa TwinSpeed 1.5T MR 成像系统,正交体线圈,MR 检查常规序列包括:盆腔轴位 SE T1W,TR 640 ms,TE 15 ms,NEX 2 次;轴位、矢状位及冠状位 FSE T2W 加脂肪抑制,TR 4500 ms,TE 102 ms, NEX 3; DWI 参数:自旋回波-平面回波(SE-EPI)序列,TR 5600 ms,TE 80 ms,NEX 4,b 值 $0,700 \text{ s/mm}^2$;FOV 为 $28 \text{ mm} \times 21 \text{ mm} \sim 32 \text{ mm} \times 32 \text{ mm}$,层厚 6 mm,间隔 10 mm,矩阵为 $128 \times 128 \sim 384 \times 224$,8 通道数据采集。

1.3 图像测量分析 利用 GE AW 4.3 工作站 functool 工作软件重建 ADC 图,采用 $b=700 \text{ s/mm}^2$ 时 DWI 图像对宫颈癌进行定位测量, $b=0$ 时的 DWI 图像(即 T2WI)对正常宫颈进行定位测量。宫颈癌组:选取肿块直径最大的轴位层面,并取肿块未坏死部分的最大面积为感兴趣区(region of interest, ROI)测量 ADC 值;正常组:选取宫颈三层结构即内带、中带、外带 MR 图像显示清晰的断面,每层取合适 ROI 三处计算平均值得到该层 ADC 值;宫颈腔内分泌物选取显示宫颈腔最大的层面,并取宫颈内分泌物最大面积为 ROI 测量 ADC 值。所有图像测量分析均由两名有 10 年以上工作经验的副主任医师共同完成。

1.4 统计学分析 应用 SPSS 15.0 统计软件采用单因素方差分析法两两比较正常子宫内、中、外带、宫颈癌及宫颈腔分泌物的平均 ADC 值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

34 例宫颈癌,包括鳞癌 32 例,腺癌 2 例。宫颈癌(图 1、2)DWI 表现为明显高信号,肿块直径约 $1.03 \sim 7.84 \text{ cm}$,平均 4.62 cm ,宫颈癌平均 ADC 值为 $(1.05 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$;正常宫颈内带、中带、外带(图 3、4)

DWI 及 T2WI 均分别呈高、低、等信号,各层间分界清楚,由内向外平均 ADC 值分别为 $(1.41 \pm 0.26) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.38 \pm 0.32) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(1.40 \pm 0.16) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$;正常宫颈腔分泌物 DWI、T2WI 均呈高信号,平均 ADC 值为 $(1.45 \pm 0.27) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。宫颈癌平均 ADC 值与正常宫颈各层及正常宫颈腔分泌物平均 ADC 值差异有统计学意义($P < 0.05$);宫颈内、中、外带及宫颈腔分泌物平均 ADC 值差异无统计学意义($P > 0.05$)。

3 讨论

3.1 DWI 及 ADC 值 传统 MR 图像对比主要取决于组织质子密度、T1 值及 T2 值,而 DWI 图像对比主要取决于水分子的扩散受限程度。DWI 早期主要用于通过体素不相干运动研究血流,但只取得了有限成果,主要是因为 DWI 将血流从组织中区分开来非常困难。然而,自 1990 年 Moseley 发现 DWI 对急性脑梗死极其敏感以来,DWI 在临床中得到了广泛的应用。因受呼吸运动的影响,DWI 技术在体部的应用一直受到限制。近年来,随着 MR 技术及软件的发展,DWI 技术在体部的应用逐步成熟。利用 DWI 图像可以直观地观察正常组织及病变的信号变化,尤其是细胞密度高的肿瘤病变,但是,由于 T2 穿透效应等因素影响,DWI 图像并不一定能够确切反映水分子扩散程度的变化。利用 GE AW 4.3 工作站 functool 软件、两个以上不同 b 值的 DWI 图像可以快速重建出 ADC 图并测得组织的 ADC 值,能够剔除 T2 穿透效应的

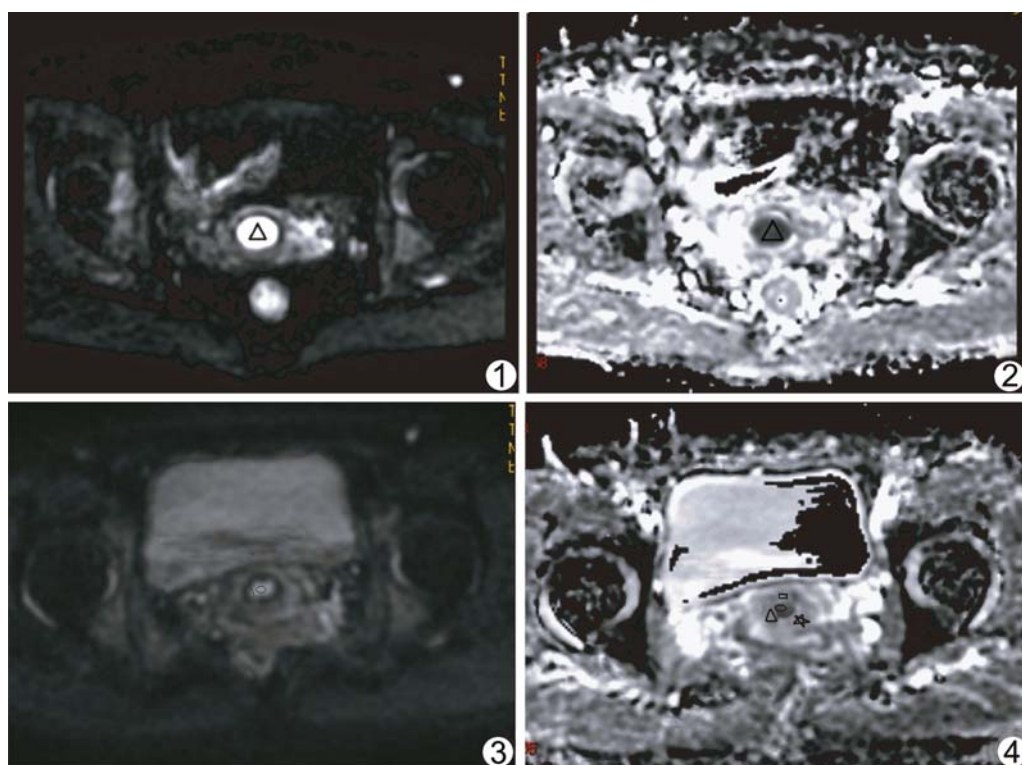


图 1 宫颈癌 ADC 图定位像($b=700 \text{ s/mm}^2$),三角形所指为宫颈癌,表现为明显高信号 图 2 宫颈癌相对应的 ADC 图,三角形所指为宫颈癌 图 3 正常宫颈 ADC 图定位像($b=0$),图像内椭圆形、三角形、矩形、五角星分别代表宫颈腔黏液、宫颈内带、宫颈中带和宫颈外带 图 4 正常宫颈相对应的 ADC 图,图像内椭圆形、三角形、矩形、五角星分别代表宫颈腔黏液、宫颈内带、宫颈中带和宫颈外带

影响,定量地观察正常组织及病变水分子弥散变化^[1]。

3.2 正常宫颈及宫颈腔黏液 正常宫颈在 T2WI 及 DWI 图像上表现为三层结构即内带、中带和外带,分别代表宫颈内膜、宫颈纤维基质和肌层,宫颈内膜在 T2WI 及 DWI 上表现为高信号,宫颈纤维基质层表现为低信号,肌层表现为中等偏高信号。本研究所测得的宫颈由内向外三层平均 ADC 值分别为 $(1.41 \pm 0.26) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(1.38 \pm 0.32) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, $(1.40 \pm 0.16) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,三层间 ADC 值差异无统计学意义($P > 0.05$),与文献报道大致相仿^[2-3],因此,ADC 值无法定量区分正常宫颈三层结构。正常宫颈三层结构在 DWI 上分辨清晰,而 ADC 值差别并无统计学意义,原因可能为子宫受月经周期、年龄影响变化较大,在测量中笔者发现正常宫颈各层 ADC 值差别较大,而且正常宫颈同层厚度也不均匀,在测量中容易出现误差。正常宫颈分泌物的平均 ADC 值为 $(1.45 \pm 0.27) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,与宫颈各层间差异无统计学意义,所以 ADC 值亦无法定量地区分开宫颈分泌物与正常宫颈。宫颈腔分泌物在 T2WI 及 DWI 上均表现为高信号,在图像上清晰区分宫颈内膜及宫颈腔分泌物非常困难,在以往的文献^[2-3]报道中宫颈腔分泌物的 ADC 值并未受到关注。本研究对正常宫颈腔分泌物 ADC 值进行测量分析,发现 ADC 值亦无法把宫颈腔分泌物从正常宫颈中区分出来。

3.3 宫颈癌 宫颈癌是女性最常见的妇科恶性肿瘤,早期诊断主要靠细胞学检查,但是对于 FIGO I b 期以下的宫颈癌,DWI 是一种有效的无创性诊断方法^[3]。宫颈癌在 DWI 主要表现为明显高信号,与肿瘤周围正常结构形成鲜明对比,但 DWI 对于 FIGO I b 期以上的宫颈癌 DWI 诊断价值有限。本组宫颈癌组有 4 例临床证实的 FIGO I b 期以上宫颈癌,DWI 图像未见明显异常信号,原因可能为目前应用的线圈主要为体线圈,得到的图像分辨率尚不能满足诊断早期宫颈癌的要求;另外,宫颈腔分泌物与宫颈内膜在 DWI 上同宫颈癌一样表现为高信号亦给 FIGO I b 期以上的宫颈癌 DWI 诊断造成困难。宫颈癌平均 ADC 值为 $(1.05 \pm 0.14) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,明显小于宫颈各层及宫颈腔分泌物的平均 ADC 值($P < 0.05$),利用 ADC 值可以定量地把宫颈癌与正常宫颈区分开来,尤其是可以将宫颈癌与宫颈内分泌物、宫颈内膜区分开。肿瘤 ADC 值与组织细胞密度呈正相关已在实验中得到证实^[4],宫颈癌细胞密度较正常宫颈明显增加,从而使宫颈癌细胞外间隙水分子扩散受限^[5],在 DWI 上,由于宫颈癌肿块内的水分子活动受限表现为高信号,ADC 值将明显降低。文献^[6-9]报道肿瘤放疗治疗后肿瘤细胞坏死,细胞外间隙增加,水分子活动受限程度减轻,从而使 ADC 值增加,因此利

用 ADC 值可以有效地测定宫颈癌治疗效果,但由于所收集的病例主要接受手术治疗,少数病例接受放疗,受经济条件影响并未行 MR 复查,故无法评价。

3.4 局限性及改进措施 正常宫颈均采用 DWI 轴位扫描,故宫颈显示并不十分理想。Messiou 等^[10]利用宫颈冠状位 DWI 显示宫颈较理想,但因仅采用两个 b 值及一个方向扫描得到 DWI 图像并取得 ADC 图,未进行更多 b 值及多方向扫描取得 ADC 值,所以无法取得全面准确的 ADC 值;在正常组中并未考虑年龄、月经周期、口服避孕药等因素对正常宫颈 ADC 值的影响。利用改进的方法进行研究是今后的重点。

总之,通过 ADC 值可有效定量地区分 FIGO I b 期以下的宫颈癌与正常宫颈、宫颈腔分泌物,但无法有效区分正常宫颈三层结构及宫颈分泌物。

[参考文献]

- [1] Neil JJ. Diffusion imaging concepts for clinicians. J Magn Reson Imaging, 2008, 27(1):1-7.
- [2] 张赞,梁碧岭,高立,等.正常子宫颈和宫颈的弥散加权成像特点.癌症,2007,26(5):508-512.
- [3] 刘颖,白人驹. DWI 在宫颈癌诊断中的应用价值及其病理相关性. 临床放射学杂志,2009,28(2):225-229.
- [4] Matsumoto Y, Kuroda M, Matsuya R, et al. In vitro experimental study of the relationship between the apparent diffusion coefficient and changes in cellularity and cell morphology. Oncol Rep, 2009, 22(3):641-648.
- [5] McVeigh PZ, Syed AM, Milosevic M, et al. Diffusion-weighted MRI in cervical cancer. Eur Radiol, 2008, 18(5):1058-1064.
- [6] 张毅,郭顺林,雷军强,等.磁共振扩散加权成像在肝癌介入治疗前后应用的初步研究.中国介入影像与治疗学,2006,3(3):182-185.
- [7] 刘颖,白人驹,孙浩然,等.扩散加权成像预测、监测宫颈癌放疗效果.中国医学影像技术,2009,25(7):1269-1272.
- [8] 曹崑,张晓鹏,汪宁,等. MR 扩散成像评价宫颈癌放(化)疗早期疗效.中国医学影像技术,2009,25(9):1657-1660.
- [9] Nam H, Park W, Huh SJ, et al. The prognostic significance of tumor volume regression during radiotherapy and concurrent chemoradiotherapy for cervical cancer using MRI. Gynecol Oncol, 2007, 107(2):320-325.
- [10] Messiou C, Morgan VA, De Silva SS, et al. Diffusion weighted imaging of the uterus: regional ADC variation with oral contraceptive usage and comparison with cervical cancer. Acta Radiol, 2009, 50(6):696-701.