

前列腺癌 ADC 值比率与 DWI 评分的相关性研究

张 虎, 翟 建, 魏 逸, 韦 孟, 张晓金

(皖南医学院第一附属医院 弋矶山医院 影像中心, 安徽 芜湖 241001)

【摘要】目的: 分析前列腺癌灶 ADC 值比率与 PI-RADS V2 中癌灶 DWI 评分的相关性, 并探讨 ADC 值比率在 DWI 评分中的应用价值。方法: 搜集经病理证实的前列腺癌患者 45 例, 甲、乙两位阅片者独立对前列腺癌灶进行 DWI 评分, 测量 ADC 值及 ADC 值比率, 分析 DWI 评分与 ADC 值、ADC 值比率的相关性, ROC 分析 ADC 值比率诊断 DWI 评分 ≥ 4 时的曲线下面积 (AUC) 及其诊断效能。结果: 前列腺癌灶 ADC 值比率与癌灶 DWI 评分呈正相关 ($r_{甲} = 0.841; r_{乙} = 0.788$)。甲乙两者 ADC 值比率判断 DWI ≥ 4 分时的诊断阈值均 > 1.4 。结论: 前列腺癌灶 ADC 值比率越大, DWI 评分越高。ADC 值比率可以弥补定性图像分析的不足, 提高 DWI 评分的稳定性并辅助评分。

【关键词】DWI; ADC 值比率; 前列腺癌; 前列腺影像报告与数据系统

【中图分类号】R 445.2; R 737.25 **【文献标志码】**A

【DOI】10.3969/j.issn.1002-0217.2018.03.022

Correlation study on the apparent - diffusion coefficient with diffusion-weighted imaging in prostate cancer by prostate imaging reporting and data system

ZHANG Hu, ZHAI Jian, WEI Yi, WEI Meng, ZHANG Xiaojin

Department of Medical Imaging, The First Affiliated Hospital of Wannan Medical College, Wuhu 241001, China

【Abstract】Objective: To analyze the correlation of the apparent-diffusion coefficient (ADC) with diffusion-weighted imaging (DWI) in prostate cancer by the Prostate Imaging-Reporting and Data System version 2 (PI-RADS V2) for assessing the value of ADC and DWI scoring in diagnosis of prostate cancer.

Methods: The images of prostate cancers pathologically confirmed were independently reviewed by two radiologists. The DWI scores on the lesions were documented, and ADC and its ratio to DWI were measured for analysis of the correlation of the two indexes. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to estimate the diagnostic efficacy for the prostate cancer under the area of the curve (AUC) at DWI scoring ≥ 4 . **Results:** ADC ratio of prostate cancer was positively correlated with DWI scores ($r = 0.841; r = 0.788$, respectively by the two radiologists). The diagnostic threshold value was greater than 1.4 when using ADC ratio and DWI ≥ 4 by the two radiologists. **Conclusion:** The bigger of the ADC ratio in prostate cancer is, the higher the DWI scoring will be. The findings suggest that ADC can offset the deficiency of qualitative analysis of the imaging and improve the stability of DWI scoring as well as be an auxiliary tool for DWI scoring.

【Key words】 DWI; the ratio of ADC values; prostate cancer; PI-RADS V2

第 2 版前列腺影像报告和数据系统^[1-2] (prostate imaging reporting and data system version 2, PI-RADS V2) 将前列腺癌的磁共振诊断程序化、标准化。过去, 我们在对前列腺病灶弥散成像的研究中, 经常采用 ADC 值的大小来定量分析病变弥散程度的高低, 单纯的 ADC 值变异性较大。Tristan Barrett 等^[3] 研究表明, 选择不同的 b 值及不同 b 值间的组合进行 ADC 值的测量, 会造成 ADC 值大小的不同。近年来, 多项应用 DWI 序列对前列腺癌进行的研究都表明, 在 DWI 图像上如果前列腺癌组织与非癌组织之间扩散程度差距越明显, 在弥散图像上, 前列腺

癌灶在非癌组织的衬托下就会显示得更加清晰, 因此, 对前列腺癌灶进行 DWI 评分时, 其评分就会增加。有专家提出良恶性前列腺组织 ADC 值比率 (ADC 值比率 = 非癌性前列腺组织 ADC 值 / 癌性前列腺组织 ADC 值) 的概念, 并达成共识, 即 ADC 值比率可定量反映良、恶性前列腺组织弥散程度不同, ADC 值比率已经被证明比单纯的 ADC 值更加精确^[4-5]。

1 资料与方法

1.1 一般资料 搜集我院 2015 年 10 月 ~ 2017 年

收稿日期: 2017-07-19

作者简介: 张 虎 (1983-) 男, 2015 级硕士研究生, 主治医师, (电话) 18055373782, (电子信箱) m18055373782@163.com;

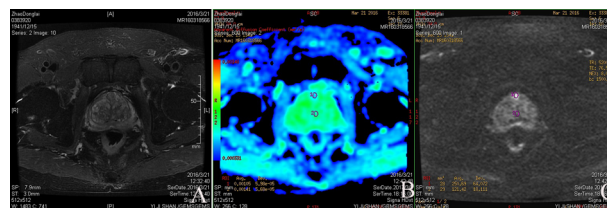
翟 建, 男, 主任医师, 教授, 硕士生导师, (电子信箱) yjszhai@126.com, 通信作者。

4月前列腺癌患者45例,均为单发病灶;年龄55~87岁。所有患者均行磁共振多序列扫描,采用GE公司3.0TMR扫描仪进行扫描,行常规T1WI、T2WI、b值为10 s/mm²及1500 s/mm²的DWI扫描。为了提高本研究的质量,我们设定了以下排除标准:①多发前列腺癌灶。②MR上可疑癌灶与病理穿刺结果不匹配者。③在行MR检查前已行去势、放化疗、内分泌等治疗者。④MR图像质量差,影响观察、评估者。

1.2 图像后处理 利用functool软件对前列腺弥散图像进行处理,进而获取ADC伪彩图。由两名高年资医师(甲、乙)分别阅图,评价前列腺癌灶在弥散及ADC伪彩图上的位置、大小、形态、亮度及有无包膜外侵犯。根据癌灶在弥散及ADC图上的影像学表现,甲、乙两者对其进行评分,评分标准采用5分制法(PI-RADS V2):1分表示其为癌的可能性很低;2分表示其为癌的可能性相对较低;3分表示该病灶可能为癌;4分表示该病灶很可能为癌;5分表示其为癌的可能性极大。MR图像判断标准为:弥散图像(高b值)上及ADC伪彩图均无异常发现为1分;ADC伪彩图上呈现模糊低信号为2分;在弥散图像上呈现局限性轻度高信号、ADC伪彩图上呈等低信号为3分;弥散图像上呈现明显的高信号、ADC伪彩图上呈现局限性明显的低信号,病灶横轴最大

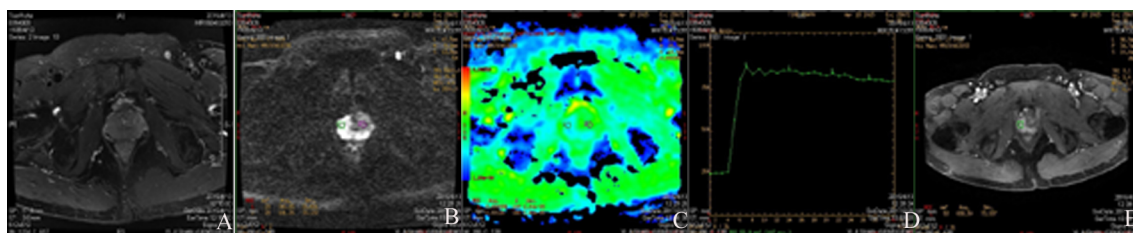
径线<1.5 cm者为4分;病灶信号同4分,若病灶横轴最大径线≥1.5 cm或显示包膜外侵犯者为5分。弥散评分为1分的癌灶肉眼无法识别,本研究将其排除。

1.3 图像分析 所有前列腺癌患者均在超声引导下进行穿刺活检,参照穿刺部位及弥散图像,在ADC伪彩图上勾画感兴趣区(region of interest, ROI)测量病灶ADC值。ROI的大小则参照癌灶的大小而确定,范围不超过癌灶,对于涉及多个MR层面的癌灶,则对其进行多层面测量,取均值作为结果。在癌灶对侧的位置测量非恶性前列腺组织的ADC值。非癌组织ROI的选择应避开囊变、出血及钙化(见图1、2)。



76岁前列腺癌患者 A. DWI显示前列腺中央区前部正中斑点状高信号,直径0.5 cm,甲、乙两者评分均为3分;B. ADC图显示同层面局部稍低信号,ADC值为 $1.05 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,中线处非癌组织ADC值为 $1.41 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,癌灶ADC值比率为1.3;C. T2WI同层面斑点状稍低信号。

图1 前列腺癌患者1的DWI、ADC、T2WI图像



76岁前列腺癌患者 A. T2WI偏右侧外周带斑片状稍低信号影 B. DWI显示同层面病灶区呈明显高信号改变,病灶直径约1.7 cm,甲、乙两者评分都为5分 C. ADC图显示同层面病灶区斑片状低信号,感兴趣区测量ADC值约为 $0.698 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,对侧为 $1.260 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,计算ADC值比率为1.8 D、E. 显示病灶明显强化,动态增强曲线为“平台型”。

图2 前列腺癌患者2的T2WI、DWI、ADC、时间-信号曲线及动态增强图像

1.4 统计学分析 应用MedCalc软件进行数据统计。甲乙两者间弥散评分的一致性应用Kappa分析,甲乙两者间ADC值比率的相关性、每位阅片者弥散评分与ADC值比率间的相关性均采用Spearman秩相关分析,ADC值比率判断弥散评分≥4时的AUC及诊断效能采用ROC分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 弥散评分的一致性 甲、乙两位阅片者分别对45例前列腺癌灶独立进行弥散评分,结果如表1,甲、乙两阅片者DWI评分结果高度吻合度(Kappa =

0.638;95% CI为0.503~0.773)。而DWI评分≥4时,两阅片者间仍有11.1%(5/45)的差异。

表1 甲、乙阅片者的弥散评分

乙	甲				合计
	DWI=2分	DWI=3分	DWI=4分	DWI=5分	
DWI=2分	1	3	0	0	4
DWI=3分	2	2	3	0	7
DWI=4分	0	2	11	2	15
DWI=5分	0	0	4	15	19
合计	3	7	18	17	45

2.2 甲、乙阅片者 ADC 值比率测量结果的相关性
 线性相关图表明:甲、乙两者间 ADC 值比率测量结果的相关性极高($r = 0.917$;95% CI 为 0.854 ~ 0.954),见图 3。

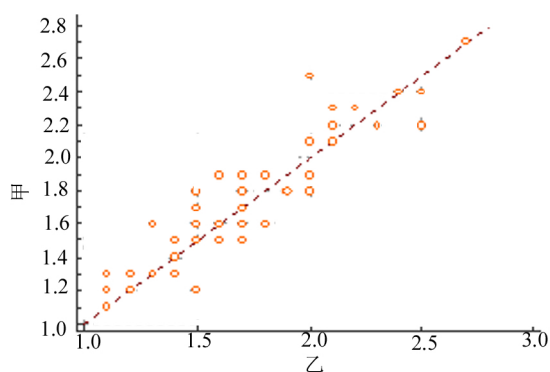


图 3 甲、乙阅片者 ADC 值比率线性相关图

2.3 甲乙两者的 ADC 值比率测量结果及与弥散评分

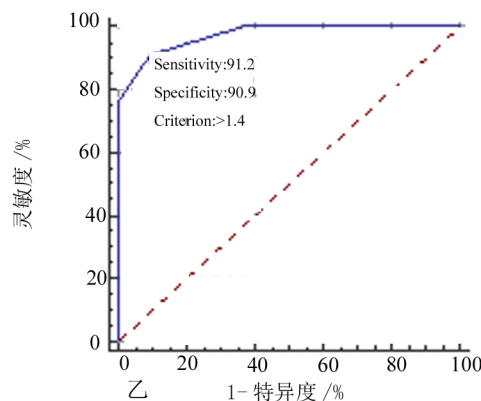
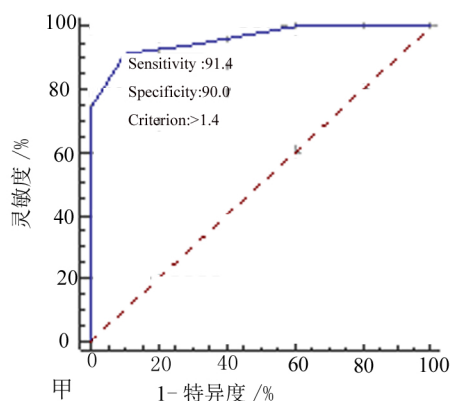


图 4 甲、乙阅片者分别运用 ADC 值比率在判断弥散评分 ≥ 4 分时的 ROC 曲线

3 讨论

我们的研究表明,无论是 DWI 的肉眼评分还是癌灶的 ADC 值的测量结果均具有较好的稳定性^[6]。通过对本组前列腺癌病灶进行阅片、统计、分析,我们发现非恶性、恶性前列腺癌组织的 ADC 值比率与弥散评分大小的相关性极高,而且从 DWI 评分的评判标准可以看出,非恶性前列腺组织与恶性前列腺组织弥散程度的差距事实上可以由弥散评分的大小来反映,因此,MR 弥散图像上非恶性与前列腺癌组织之间弥散程度的差异在弥散评分 ≤ 3 时就比弥散评分 ≥ 4 时小,也从另一方面表明了 ADC 值比率与弥散评分大小的相关性。

ROC 曲线分析显示,两名阅片者在判断弥散评分 ≥ 4 时 ADC 值比率的诊断阈值均 > 1.4 ,这一诊断阈值已被大多数学者所接受。本研究认为,当前列腺癌灶 ADC 值比率 > 1.4 时就反映其弥散评分

分大小的相关性。两者 Spearman 秩相关分析显示($r_{甲} = 0.841$,95% CI 为 0.728 ~ 0.910, $t_r = 10.194$, $P < 0.001$; $r_{乙} = 0.788$,95% CI 为 0.644 ~ 0.879, $t_r = 8.392$, $P < 0.001$)甲、乙两位阅片者各自 ADC 值比率均与 DWI 评分正相关。

2.4 应用 ROC 曲线分别分析甲乙两者 ADC 值比率在判断弥散评分 ≥ 4 时的诊断效能。甲、乙两者 ADC 值比率判断弥散评分 ≥ 4 时的 AUC 如下,甲:0.960(95% CI 为 0.855 ~ 0.996),灵敏度与特异度分别为 91.4% 和 90.0%;乙:0.973(95% CI 为 0.875 ~ 0.999),灵敏度与特异度分别为 91.2% 和 90.9%。甲、乙两者 ADC 值比率判断 DWI ≥ 4 分时的诊断阈值均 > 1.4 ,甲、乙两者在判断弥散评分 ≥ 4 (以 ADC 值比率 > 1.4 为判断阈值)时,两者间的不一致性由 11.1% (5/45) 减少到 6.7% (3/45)。

≥ 4 此时影像医师应该高度关注病灶,必要时建议对病灶进行穿刺活检,当以 ADC 值比率 > 1.4 作为判断弥散 ≥ 4 分的阈值时,甲乙两者在评定弥散评分 ≥ 4 时的不一致性也从 11.1% (5/45) 降低到 6.7% (3/45)。本研究表明,ADC 值比率的应用在一定程度上弥补了阅片评分的主观缺陷,可重复性高,还可降低不同阅片者间弥散评分的不一致性,当前列腺癌灶弥散评分 ≥ 4 时,ADC 值比率较肉眼评价更具有可靠性,例如当我们肉眼弥散评分 = 3 分时,就可以对前列腺组织进行 ADC 值比率的测定,若 ADC 值比率 > 1.4 则为癌的概率就会提高,此时阅片者应提示临床医师对病灶进行穿刺活检。但是,单纯利用 ADC 值比率这一种评判方法来判定前列腺癌时有可能出现漏诊,本组病例中就出现小部分弥散评分 ≥ 4 、ADC 值比率 ≤ 1.4 的前列腺癌。因此,我们

(下转第 288 页)

式法与 CT 测量法相比,低估了肾脏深度,更重要的是还导致低估了对应的 GFR,这可能对临床诊断及治疗决策产生影响。

有学者^[5]对非肾积水患者根据 BMI 分组研究,发现体质量过轻及超体质量组 Tonnesen 公式法与 CT 测量的肾深度也存在差异,结论与本研究相似。还有学者^[6]用身高、体质量等参数推导出国人的肾脏深度推算公式,结果优于 Tonnesen 公式,但由于样本量较少,进行验证的样本量更少,且把肾积水患者排除在外,故未被业界广泛认可,也有学者^[4]通过双探头 SPECT 进行 GFR 的计算,但仍未消除肾深度对 GFR 的影响。

所以本研究认为, Tonnesen 公式法测量肾深度不够准确,对患肾深度需要实际测量^[7-8],从而提高核素肾动态 GFR 测量的准确性。

【参考文献】

[1] 杨爱民. 从泌尿外科视角审视肾动态显像的价值[J]. 现代泌

尿外科杂志 2015 20(2):74-79.

[2] GATES GF. Computation of glomerular filtration rate with ^{99m}Tc-DTPA: an in-house computer program[J]. Journal of nuclear medicine: official publication, Society of Nuclear Medicine, 1984, 25(5):613-618.

[3] 吴哈,石洪成. Gate's 法测定肾小球滤过率及其影响因素[J]. 国际放射医学核医学杂志 2009, 33(3):132-135.

[4] 邵明哲,麻广宇,陈英茂,等. 单探头法和双探头 Gates 法测定肾小球滤过率的比较研究[J]. 中国医学装备 2013, 10(12):4-8.

[5] 陈曙光,石洪成,胡鹏程. Tonnesen 公式计算肾脏深度的准确性与 BMI 的关系[J]. 中华核医学与分子影像杂志 2012, 32(6):430-433.

[6] 李乾,张春丽,付占立,等. 肾动态显像法计算中国人肾脏深度[J]. 中国医学影像技术 2007, 23(2):288-291.

[7] MADSEN CJ, MOLLER ML, ZERAHN B, et al. Determination of kidney function with ^{99m}Tc-DTPA renography using a dual-head camera[J]. Nucl Med Commun 2013, 34(4):322-327.

[8] 杨仪,刘增礼,唐军,等. SPECT/CT 直接测量肾脏深度在肾小球滤过率测定中的应用[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2012, 32(4):255-258.

(上接第 282 页)

应先按照 PI-RADS V2 中的评分标准对前列腺病灶进行评价,再采用 ADC 值比率的测量,并且弥散评分还可以联合常规序列及 DCE-MRI 等多种序列^[7]。当然,本研究自身也有一些缺陷,首先,没有将前列腺中央区与外周区前列腺癌^[8]分别进行统计,这或许会造成统计结果的差异。其次,本研究的样本量偏小,在进行 DWI 检查时未行和 b 值的对比研究,这将有可能会出现抽样误差及选择偏倚;最重要的是,在放置感兴趣区的时候,非恶性前列腺组织的选择也会有一定的主观性,这就是不同阅片者间 ADC 值比率测量结果不同的缘由。

本研究结果表明,ADC 值比率可以定量分析并进行辅助评分,这会提高弥散评分的稳定性。ADC 值比率在前列腺癌的诊断中有着广阔的应用前景,ADC 值比率测量方便,可重复性及稳定性均高,且该技术不会受扫描方法、后处理软件、MR 机型、显示条件及窗宽窗位等的影响^[9],ADC 值比率有望成为影像学评判前列腺癌的一个新的评价参数。

【参考文献】

[1] VARGAS HA, LAWRENCE EM, MAZAHARI Y, et al. Updates in advanced diffusion-weighted magnetic resonance imaging techniques in the evaluation of prostate cancer[J]. World Journal of

Radiology 2015, 7(8):184.

[2] BITTENCOURT LK, HAUSMANN D, SABANEFF N, et al. Multiparametric magnetic resonance imaging of the prostate: current concepts[J]. Radiologia Brasileira 2014, 47(5):292-300.

[3] SANDEEP, HEDGIRE, ALEXEY, et al. Quantitative study of prostate cancer using three dimensional fiber tractography[J]. World Journal of Radiology 2016, 8(4):397-402.

[4] QUENTIN M, PENTANG G, SCHIMMÖLLER L, et al. Feasibility of diffusional kurtosis tensor imaging in prostate MRI for the assessment of prostate cancer: preliminary results[J]. Magnetic Resonance Imaging 2014, 32(7):880.

[5] ZHANG YD, WU CJ, BAO ML, et al. New RESOLVE-Based Diffusional Kurtosis Imaging in MRI-Visible Prostate Cancer: Effect of Reduced b Value on Image Quality and Diagnostic Effectiveness[J]. Ajr American Journal of Roentgenology 2016, 207(2):330.

[6] 孔晓勤,邢可舟,史浩. 扩散成像技术在前列腺癌诊断中的研究进展[J]. 医学影像学杂志 2016, 26(3):526-529.

[7] VERMA S, TURKBAY B, MURADYAN N, et al. Overview of dynamic contrast-enhanced MRI in prostate cancer diagnosis and management[J]. Ajr Am J Roentgenol, 2012, 198(6):1277-1288.

[8] 阳青松,陈录广,王振,等. 单、双指数模型 DWI 诊断中央叶前列腺癌及前列腺增生的价值[J]. 第二军医大学学报 2015, 36(10):1063-1068.

[9] 冷晓明,韩晓蕊,赵曼,等. IVIM-DWI 在前列腺癌与前列腺增生鉴别诊断中的应用价值及其与 Gleason 评分的相关性[J]. 放射学实践 2016, 31(8):760-763.