

## 论 著

## DWI单指数模型和IVIM模型参数在前列腺癌诊断中的价值

河南焦作煤业(集团)有限责任公司  
中央医院影像科 (河南 焦作 454000)

魏 磊 刘世超 李 颖

**【摘要】目的** 探讨MR扩散加权成像(DWI)单指数模型和体素内不相干运动(IVIM)模型参数在前列腺癌诊断中的价值。**方法** 选取2016年1月至2018年6月在我院治疗的前列腺癌患者55例, 共计72个病灶, 同时选取前列腺增生患者50例, 共计66个病灶作为对照, 均给予DWI扫描, 测量单指数模型参数[表观弥散系数(ADC)]以及IVIM模型参数[慢速扩散系数(D)、快速扩散系数(D\*)、快速扩散所占容积分数(f)]。**结果** 前列腺癌ADC值为 $(0.723 \pm 0.122) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ , 明显低于前列腺增生, 差异比较有统计学意义( $P < 0.05$ ); 前列腺癌D值为 $(0.702 \pm 0.101) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ , 明显低于前列腺增生, 差异比较有统计学意义( $P > 0.05$ ); 前列腺癌和前列腺增生D\*和f比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ); ADC和D诊断前列腺癌的ROC曲线下面积分别为0.800和0.854,  $P < 0.05$ , 截断值分别为 $0.811 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 和 $0.802 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ , 灵敏度分别为82.00%和85.50%, 特异度分别为75.00%和83.00%。**结论** DWI单指数模型参数ADC、IVIM模型参数D在前列腺癌诊断中有较好的应用价值, 值得临床使用。

**【关键词】** 扩散加权成像; 表观弥散系数; 体素内不相干运动; 前列腺癌

**【中图分类号】** R737.25

**【文献标识码】** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1672-5131.2019.02.015

通讯作者: 魏 磊

## The Value of DWI Single Index Model and IVIM Model Parameters in the Diagnosis of Prostate Cancer

WEI Lei, LIU Shi-chao, LI Ying. Department of Imaging, Central Hospital of Henan Jiaozuo Coal Industry (Group) Co., Ltd., Jiaozuo 454000, Henan Province, China

**[Abstract] Objective** To investigate the diagnostic value of MR diffusion weighted imaging (DWI) single index model and incoherent voxel intra movement (IVIM) model parameters in prostate cancer. **Methods** A total of 55 cases of prostate cancer in our hospital from January 2016 to June 2018 were selected, with a total of 72 lesions, and 50 cases of prostatic hyperplasia were selected, with a total of 66 lesions were taken as the control, all of them were given DWI scan, the parameters of the single exponential model [apparent diffusion coefficient (ADC)] and IVIM model parameters [slow diffusion coefficient (D), fast diffusion coefficient (D\*), and volume fraction (f) of rapid diffusion] were measured. **Results** The ADC value of prostate cancer was  $(0.723 \pm 0.122) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ , which was significantly lower than that of prostatic hyperplasia, and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). the D value of prostate cancer was  $(0.702 \pm 0.101) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ , which was significantly lower than that of prostatic hyperplasia, and the difference was statistically significant ( $P > 0.05$ ). There were no significant difference in D\* and f between prostate cancer and prostatic hyperplasia ( $P > 0.05$ ). The area of ROC of ADC and D in the diagnosis of prostate cancer were 0.800 and 0.854,  $P < 0.05$ , the cut-off values were  $0.811 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$  and  $0.802 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ , the sensitivity were 82.00% and 85.50%, and the specificity were 75.00% and 83.00%. **Conclusion** DWI single exponential model parameters ADC and IVIM model parameters D have a good application value in the diagnosis of prostate cancer, which is worthy of clinical application.

**[Key words]** Diffusion Weighted Imaging; Apparent Diffusion Coefficient; Incoherent Voxel Intra Movement; Prostate Cancer

前列腺癌(Prostate cancer, PCA)在老年男性中发病较普遍,在国外PCA因具有高发病率、高死亡率深受人们重视<sup>[1]</sup>。2014年美国癌症统计显示<sup>[2]</sup>,被检查出的PCA患者近25万例,约为男性恶性肿瘤总数的26%。在我国社会快速发展的今天由于生活作息的紊乱和环境因素的影响,男性PCA发病率越来越高。目前,因不相干运动(IVIM)和磁共振扩散加权成像(DWI)两种技术在检测PCA方面具有突出优势,现阶段受到了影像医师的青睐<sup>[3]</sup>。DWI单指数模型参数较其他模型参数有突出的灵敏度及准确性<sup>[4]</sup>;而IVIM作为新的功能MRI技术,主要用来检测分离扩散与灌注成分,辨别组织内单纯水分子运动的真性扩散和微循环血液灌注形成的假性扩散,进而为疾病治疗提供准确的信息<sup>[5]</sup>。本研究以PCA患者与前列腺增生患者作为研究对象,均测量DWI参数以及IVIM模型参数,探讨两种参数在治疗PCA中的作用,为临床应用提供科学依据。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取2016年1月至2018年6月在我院治疗的前列腺癌患者55例,共计72个病灶,年龄51~74岁,平均年龄 $(64.22 \pm 9.15)$ 岁,同时选取前列腺增生患者50例,共计66个病灶作为对照,年龄50~72岁,平均年龄 $(62.15 \pm 8.72)$ 岁。纳入标准:(1)均在我院行MRI

检查；(2)均经病理组织学确诊；(3)MRI检查前未行内分泌、放疗等治疗；(4)患者及家属知情同意。排除标准：(1)MRI检查与病理检查相隔超过1个月；(2)合并有其他恶性肿瘤者。

**1.2 MRI检查** 两组患者均采用西门子3.0 T MR扫描仪，腹部相控阵线圈，以前列腺为中心行常规MRI及DWI检查。扫描前使膀胱充盈一定程度，取仰卧位。(1)轴面抑脂T2WI扫描参数：TR 4000ms，TE100ms，层厚3mm，层间距3mm；(2)多b值DWI扫描条件：TR 3200ms，TE 84ms，层厚3mm，层间距3mm，b值选择：12个b值，分别是0，10，25，50，75，100，150，200，400，800，1200，1500s/mm<sup>2</sup>。扫描时间为16 min32s。

**1.3 图像分析** 扫描结束后将原始图像传输至 GE function 工作站，让2名具有丰富前列腺影像诊断经验的放射科医师，超声引导下前列腺系统性穿刺活检部位，在T2WI、DWI及IVIM-DWI伪彩图上绘制感兴趣区(ROI)，测量计算扩散加权成像单指数模型，并记录不同b值的信号强度，用最小二乘法绘制各组织信号拟合曲线。根据公式计算出单指数模型参数为ADC值；慢速扩散系数(D)、快速扩散系数(D\*)、快速扩散所占容积分数(f)。

ROI选取方法为在b=0图像上绘制ROI，避开坏死组织、开病变的边缘等结构。采用以下标准：(1)前列腺癌灶：T2WI上外周带癌显示为低信号，中央带癌显示为边界不清的较均质低信号，呈透视镜状或水滴状，DWI信号扩散呈高信号。(2)前列腺增生：前列腺增生结节在T2WI上表现为高、低混杂信号，增生腺体显示高信号，可与前列腺移行带癌鉴别，而基

质增生表现低信号，不易与移行带癌区别。(3)正常外周带：T2WI上高信号。

**1.4 统计学处理** 统计分析采用SPSS19.0软件，计量资料采用( $\bar{x} \pm s$ )表示，组间比较使用t检验，诊断价值采用受试者工作特征(ROC)曲线分析，以P<0.05表示差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 DWI单指数模型参数比较** 前列腺癌ADC值明显低于前列腺增生，差异比较有统计学意义(P<0.05)，见表1。

**2.2 DWI IVIM模型参数** 前列腺癌D值明显低于前列腺增生，差异比较有统计学意义(P>0.05)；前列腺癌和前列腺增生D\*和f比较差异无统计学意义(P>0.05)。见表2。

**2.3 ADC、D诊断前列腺癌的价值** ADC和D诊断前列腺癌的ROC曲线下面积分别为0.800和0.854，P<0.05，截断值分别为0.811×10<sup>-3</sup>mm<sup>2</sup>/s和0.802×10<sup>-3</sup>mm<sup>2</sup>/s，灵敏度分别为82.00%和85.50%，特异度分别为75.00%和83.00%，见图1。

## 3 讨论

PCA病变组织内具有不同毛细血管网，DWI可以检测毛细血管网

的血流情况<sup>[6]</sup>。因PCA病变组织内血流灌注及扩散成分两种因素的作用，随b值的增加使DWI信号强度呈双指数形式衰减。而单指数模型的ADC值仅认为DWI信号随b值的增加呈单指数衰减，并未认识到病变组织中的血流灌注的重要性，导致无法检测病变组织中的成分扩散。靳雅楠等<sup>[7]</sup>证实，单指数模型的ADC值仅适用于检测组织内血流灌注的影响，但单指数模型因为无法辨别灌注和扩散信息，所以用单指数函数测量显然不够精确。IVIM模型综合考虑到了以上两方面因素，IVIM参数(D\*、f和D值)可以将肿瘤组织中水分子的扩散及微循环灌注表现出来<sup>[8]</sup>。将IVIM模型参数以及DWI的ADC值作为检测PCA的手段现在国内外非常普遍<sup>[9]</sup>。因此本研究中利用了单指数模型的ADC与IVIM参数D\*、f和D值共同诊断PCA。

DWI单指数模型ADC值包括组织内水分子单纯扩散和血管内水分子不规则运动，随着b值的减少，ADC值逐渐增大<sup>[10]</sup>。该参数是监测体内水分子扩散情况的主要参考依据。可能原因是扩散信号一方面有单纯水分子运动的真性扩散，另一方面也有微循环血液灌注导致的假性扩散<sup>[11]</sup>。DWI模型中b值的数值和数量的选择是计算相关参数的关键，因不同的b值对实验结果可产生很大的影响，

表1 DWI单指数模型参数比较

组别	病灶数	ADC值 (×10 <sup>-3</sup> mm <sup>2</sup> /s)	t	P
前列腺癌	72	0.723±0.122	-33.516	0.000
前列腺增生	66	1.401±0.115		

表2 DWIIVIM模型参数比较

组别	病灶数	D (×10 <sup>-3</sup> mm <sup>2</sup> /s)	D* (×10 <sup>-3</sup> mm <sup>2</sup> /s)	f (%)
前列腺癌	72	0.702±0.101	17.281±3.022	23.101±5.291
前列腺增生	66	1.221±0.132	16.655±4.102	22.400±6.156
t		-26.064	1.026	0.719
P		0.000	0.307	0.473

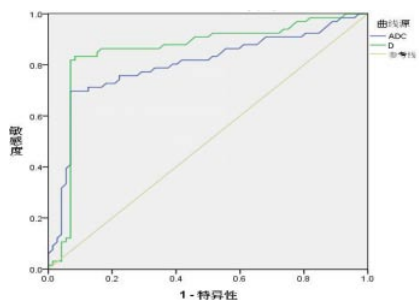


图1 ROC曲线图

且由于各个测量条件的差异,影像学医师至今尚未达成一致的选择。随着b值增多,D\*值计算的准确性会增加,但同时检测所需要的时间也将越长,本文则以12个b值作为研究。IVIM模型参数(D\*、D、f)分别与以下因素有关,D\*值与灌注有关,灌注水平取决于组织微血管密度和毛细血管血流的信号强度率。f值与组织灌注量有关,D值与水分子的扩散快慢有关,表示其无规则运动的速率。于洪伟等<sup>[12]</sup>研究证明,D值可用来鉴别PCA与前列腺增生,具有实际应用意义。

根据DWI单指数模型参数比较,前列腺癌ADC值明显低于前列腺增生,说明ADC值可以用来鉴别前列腺增生与PCA。王永杰等<sup>[13]</sup>研究也证明,ADC值可有效提高对PCA的诊断能力,同时如果结合DCE-MRI定量分析可能会对诊断PCA有着更好的帮助。本研究结果表明,PCA患者D值较前列腺增生显著降低,而PCA和前列腺增生D\*和f之间没有确切的相关性,从而证明IVIM模型参数D对于PCA的诊断具有重要价值,而D\*和f两参数的临床意义不大。吴慧等<sup>[14]</sup>研究

显示,IVIM不仅可以辨别前列腺癌,而且可以区别前列腺增生属于腺体型还是基质型。最后ROC曲线记过说明,两种参数在鉴别PCA和增生拥有显著的作用。张杨贵等<sup>[15]</sup>研究证明,IVIM MRI的D比较DWI的ADC对前列腺癌的检测效果更佳。但本研究也有些许局限,对于多b值的选择标准尚未有确定结论,可继续探索其他选择对于结果的影响,而且DWI单指数模型具有一定的不足,后续可以考虑用双指数模型参数进行相关研究。

综上所述,DWI单指数模型参数ADC和IVIM模型D对辨别PCA和前列腺增生有着一定的应用价值。

### 参考文献

- [1] 陶凌松,陈戈生,孔艰,等.超声引导下个体化经直肠前列腺穿刺活检术121例临床分析[J].罕少疾病杂志,2015,22(3):34-35.
- [2] Wong M C, Goggins W B, Wang H H, et al. Global Incidence and Mortality for Prostate Cancer: Analysis of Temporal Patterns and Trends in 36 Countries[J]. European Urology, 2016, 70(5): 862-874.
- [3] 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.
- [4] 马超,陈录广,陆建平.单指数DWI原理及应用进展[J].中国医学影像技术,2017,33(1):97-100.
- [5] 孙美玉,刘爱连,李烨,等.体素内不相干运动对前列腺癌和前列腺增生结节的鉴别诊断[J].放射学实践,2016,31(10):947-951.

- [6] 王莉莉,林江,吕鹏,等. IVIM及DCE-MRI与非小细胞肺癌免疫组化指标MVD、EGFR和Ki67相关性的研究[J].中国CT和MRI杂志,2017,15(5):60-63.
- [7] 靳雅楠,张焱,程敬亮,等.单指数、双指数及拉伸指数模型扩散加权成像参数鉴别乳腺良、恶性病变的价值[J].中华放射学杂志,2016,50(5):334-338.
- [8] 朱正,赵心明,周纯武,等.治疗前IVIM-DWI预测肝癌介入治疗疗效的价值[J].放射学实践,2018(5):502-506.
- [9] Pesapane F, Patella F, Fumarola E M, et al. Intravoxel Incoherent Motion (IVIM) Diffusion Weighted Imaging (DWI) in the Periferic Prostate Cancer Detection and Stratification[J]. Medical Oncology, 2017, 34(3): 35.
- [10] 马婉玲,魏梦绮,任静,等.拉伸指数与单指数模型多b值DWI定量参数在胰腺癌的对照研究[J].临床放射学杂志,2017,36(12):1793-1797.
- [11] 王希明,包婕,朱默,等. MR扩散加权成像单指数模型及体素内不相干运动模型参数直方图对移行区前列腺癌的诊断价值[J].临床放射学杂志,2018,37(4):627-632.
- [12] 于洪伟. MR多参数联合成像在前列腺癌诊断中的研究进展[J].实用放射学杂志,2017,33(6):652-654.
- [13] 王永杰,金彪,吴斌,等. DCE-MRI定量参数结合DWI对前列腺癌的诊断价值[J].中国医学计算机成像杂志,2017,23(3):247-251.
- [14] 吴慧,任建军,牛广明,等. IVIM鉴别前列腺癌、腺体型及基质型增生的价值研究[J].内蒙古医科大学学报,2017,39(2):107-111.
- [15] 张杨贵,陈珊红,温志玲,等.体素内不相干运动MRI与DWI对前列腺癌的诊断[J].中国CT和MRI杂志,2016,14(3):78-80.

(本文编辑:黎永滨)

【收稿日期】2018-08-13