

论 著

体素内不相干运动MRI与DWI对前列腺癌的诊断

1. 广东医学院第二附属医院医学影像科 (广东 广州 524003)

2. 中山大学附属第二医院放射科 (广东 广州 510120)

张杨贵¹ 陈珊红¹ 温志玲¹
何旭升¹ 毛家骥² 许俊丽¹

【摘要】目的 研究体素内不相干运动 (IVIM) MRI对前列腺癌的诊断价值, 并对比其与DWI的诊断效能。**方法** 收集接受前列腺MR平扫及10个b值IVIM扫描 ($b=0 \sim 800s/mm^2$) 的患者共36例, 依据经直肠超声引导下穿刺活检的病理结果分为前列腺癌组共20例, 良性组共16例。在各例患者前列腺的癌区或非癌区画取感兴趣区, 应用单指数模型运算出ADC (表观扩散系数); 应用IVIM的双指数模型运算出D (真实扩散系数)、D' (灌注扩散系数) 与f (灌注分数)。采用非参数Mann-Whitney检验法对前列腺癌组与良性组的ADC、D、D'、f值进行差异性分析。采用ROC曲线评价ADC与D的诊断效能。**结果** 前列腺癌组的ADC值与D值均低于良性组, 差异均有显著的统计学意义 ($P < 0.01$); 两组间D'值与f值的差异没有统计学意义 ($P > 0.05$)。ADC与D的ROC曲线下面积分别为0.859与0.961。ADC值的最佳诊断阈值、敏感度和特异度分别为 $1.24 \times 10^{-3} mm^2/s$ 、93.8%和65.0%; D值最佳诊断阈值、敏感度和特异度分别为 $0.95 \times 10^{-3} mm^2/s$ 、93.8%和85%。**结论** IVIM MRI的D对前列腺癌的诊断效能要优于传统DWI的ADC, IVIM DWI诊断前列腺癌的具备良好的应用前景。

【关键词】 体素内不相干运动; 磁共振成像; 弥散加权成像; 前列腺癌

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2016.03.024

通讯作者: 张杨贵

Investigation of Prostate Cancer: Intravoxel Incoherent Motion MRI Versus Conventional Diffusion Weighted Imaging

ZHANG Yang-gui, CHEN Shan-hong, WEN Zhi-ling, et al., Department of Medical Imaging, The Second Affiliated Hospital of Guangdong Medical College, Zhanjiang 524003, Guangdong Province, China

[Abstract] Objective To evaluate the ability of the intravoxel incoherent motion (IVIM) MRI to differentiate prostate cancer from benign tissue, and to compare its diagnostic performance with conventional diffusion-weighted imaging (DWI). **Methods** Conventional MRI and IVIM MRI ($b=0 \sim 800s/mm^2$) were performed in 36 patients. Regions of interest were drawn in cancerous tissue of 20 patients and benign tissue of 16 patients proved by transrectal ultrasound guided prostate biopsy and fitted to a monoexponential model [yielding the apparent diffusion coefficient (ADC)] and the IVIM signal equation (yielding the diffusion constant D, the pseudodiffusion coefficient of perfusion D' and the perfusion fraction f). Mann-Whitney tests were performed to evaluate statistical differences of ADC, D, D' and f between prostate cancer and benign tissue. Receiver operating characteristic (ROC) analysis were utilized for diagnostic performance of ADC and D. **Results** ADC values and D values were significantly lower ($P < 0.01$) in cancerous tissue. Area under the curve (AUC) of ADC and D was 0.859 and 0.961, respectively. The best diagnostic threshold, sensitivity and specificity for ADC was $1.24 \times 10^{-3} mm^2/s$, 93.8% and 65.0%, meanwhile, $0.95 \times 10^{-3} mm^2/s$, 93.8% and 85% for D. **Conclusion** D of IVIM DWI provides better diagnostic performance than ADC of conventional DWI, IVIM DWI holds potential for investigation of prostate cancer.

[Key words] Introvoxel Incoherent Motion; Magnetic Resonance Imaging; Diffusion Weighted Imaging; Prostate Cancer

前列腺癌发病率与死亡率都居于男性肿瘤的前列^[1], 既往在我国的发病率较低, 近年来随着人口老龄化与生活条件的改善, 在我国的发病率有明显增加的趋势。经直肠超声引导下穿刺活检可以明确前列腺癌的诊断, 但为有创性检查并会有假阴性发生。目前, MRI 是前列腺癌早期诊断及定位的最准确的无创性检查方法^[2], 但仅凭借常规序列诊断有时存在困难。功能MRI成像技术如DWI、动态增强MRI及MRS能够提高前列腺癌诊断的准确性, 但均有各自的局限性^[3]。体素内不相干运动 (introvoxel incoherent motion, IVIM) 是近几年兴起的一项新的功能MRI技术, 它可以同时评价水分子的扩散情况与微循环的血流灌注特征, 对于前列腺癌的诊断具备潜在价值^[4]。目前, 国内应用IVIM诊断前列腺癌的研究较少, 对比IVIM MRI与DWI对前列腺癌诊断效能的研究尚未见报道。本研究旨在阐明前列腺癌的IVIM参数特征, 并对比其与传统DWI的ADC的诊断效能。

1 材料与方 法

1.1 研究对象 收集2014年1月至2015年6月于我院接受前列腺MRI检查的患者共36例, 最大86岁, 最小55岁, 平均 (69.5 ± 9.8岁), 所有患者均在MRI检查后2周内进行前列腺穿刺活检。采用经直肠超声引导12针前列腺穿刺术, 病理诊断为前列腺癌20例, 最大86岁, 最小56岁, 平均 (70.1 ± 9.0岁), 病理未见癌者16例, 最大85岁, 最小55岁,

平均(68.9±11.1岁)。依据穿刺活检结果分为前列腺癌组与良性组。

1.2 MRI扫描 采用PHILIP 3.0T磁共振(Achieva 3.0T TX), 采用腹部线圈, 扫描范围包全整个前列腺。常规序列包括T2WI(轴位、压脂矢状位)、T1WI(轴位、冠状位)。平扫完成即行IVIM DWI检查, 选取10个b值(0、10、20、30、50、80、100、200、400、800s/mm²), TR=5132ms, TE=43ms, 层数16, 层厚3mm, 层间距0.3mm, 矩阵96×92, FOV 170mm×170mm, EPI因子51, NSA=2。扫描范围包全整个前列腺, 扫描时间约为4min 52s。

1.3 数据分析及后处理 IVIM序列扫描所得数据传至Philip 3T Workstation, 选择b=0s/mm²与b=800s/mm²的数据重建出ADC图; 再采用IDL及ImageJ软件后处理, 得出D、D*与f的伪彩图。ROI的画取由一位具有5年盆腔MR诊断经验的医生单独进行, 前列腺癌组的ROI大小为201±52mm², 良性组的ROI大小为187±48mm²。根据12针穿刺法确诊的前列腺癌或未见癌的部位, 以轴位T2WI平扫图像作为参考, 在病灶最大横径层面于各参数伪彩图上画取ROI, 画取时注意避开病变的边缘及中央坏死区, 测量并记录ADC、D、D*与f的值。

1.4 统计学分析 所有的测量值均采用($\bar{x} \pm s$)的形式表达。采用非参数Mann-Whitney检验法对两组的ADC、D、D*与f值进行差异性分析。采用ROC曲线评价ADC与D的诊断效能。统计学分析均以P<0.05有统计学意义。

2 结果

2.1 前列腺癌组与良性组的ADC值与各IVIM参数值及差异性分

析结果 前列腺癌组的ADC值与D值均小于良性组, 差异均有显著的统计学意义(P<0.01); 前列腺癌组的D*值与f值与良性组的差异没有统计学差异(P>0.05), 见表1。前列腺癌与良性组织在ADC图与D图上的表现有显著差别, 在D*图与f图上的表现则无显著差别, 见图1-10。

2.2 ADC 与D诊断效能的对比结果 ROC分析表明, ADC值与D值的曲线下面积分别为0.859与0.961, 可见D的诊断效能优于ADC。根据敏感度与特异度之和的最大值选定D值的最佳诊断阈值为0.95×10⁻³mm²/s, 该阈值时诊断前列腺癌的敏感度和特异度分别为93.8%和85.0%; ADC值的最佳诊断阈值为1.24×10⁻³mm²/s, 该阈值时诊断前列腺癌的敏感度和特异度分别为93.8%和65.0%, 见图11。

3 讨论

MRI是目前诊断前列腺癌并评估其侵犯范围最准确的影像学方法。T2WI上发生于外周带的前列腺癌呈低信号, 易于与高信号的外周带相区分, 但炎症等非癌性病变亦可表现为低信号, 这时仅依靠T2WI诊断存在困难。功能MRI技术如DWI、动态增强MRI及MRS可以提高前列腺癌诊断的敏感性与特异性, 但均有各自的局限性。前列腺癌ADC值减低。然而许多非癌性病变也会有类似表现。动态增强MRI上, 前列腺癌组织的时间-信号强度曲线多表现为快进快出, 然而, 发生于

移行带上的BPH亦富于血管, 亦可有类似表现^[5]。MRS检查主要通过前列腺组织中的枸橼酸盐(Cit)、胆碱(Cho)、肌酐(Cr)的波峰及Cho+ Cr/Cit比值来诊断。不足之处是移行带癌代谢对比率变化很大, 与良性前列腺增生之间可能会有重叠^[6]。此外, MRS检查时间长, 少许运动伪影就会严重影响结果。体素内不相干运动(introvoxel incoherent motion, IVIM)理论由Lebihan等于上世纪80年代提出, 近年来随着MR软、硬件技术的大力发展又重新引起关注, 该技术能同时反映水分子的布朗运动情况与微循环的血流灌注特征在多个部位都展现出良好的应用前景^[7]。

我们的研究表明, 前列腺癌的D值与ADC值均较良性组织低, 差异均有显著的统计学意义。分析其原因, 肿瘤细胞紧密排列, 导致细胞间隙减小, 水分子扩散受限。此外, 肿瘤细胞上的钠钾泵功能减退, Na⁺、Cl⁻进入细胞增加, K⁺泵出细胞减少, 导致细胞水肿, 也会导致水分子扩散受限^[8]。而水分子扩散受限时表现为D值与ADC值减低。通过ROC曲线分析, 我们进一步得出结论: D值的诊断效能优于ADC值。其原因可能是单指数模型运算所得的ADC值受到了血流灌注因素的影响。D*被称为灌注系数, f被称为灌注分数, 我们的研究种前列腺癌与良性组织之间D*值与f值的差异没有统计学意义。这一结果与万燕红等^[9]的结果相仿。分析其原因, 前列腺癌组织具有异质性, 发生于不同解剖区域及分化程度不同的癌

表1 前列腺癌组与良性组的ADC, D, D*与f值以及差异性分析结果

	前列腺癌组	良性组	P
ADC (×10 ⁻³ mm ² /s)	1.17±0.19	1.45±0.18	0.000
D (×10 ⁻³ mm ² /s)	0.75±0.16	1.27±0.26	0.000
D* (×10 ⁻³ mm ² /s)	6.41±1.31	5.72±1.22	0.140
f (%)	13.98±3.08	17.78±6.13	0.083

组织D*值与f值可能有差异,可能会与前列腺良性组织有重叠。此外,D*与f对图像信噪比的要求很高,很容易受到运动伪影及邻近结构的影响。

综上所述,IVIM的D值对于前列腺癌的诊断效能优于传统DWI的ADC值,IVIM MRI诊断前列腺癌具有良好的应用前景。

参考文献

[1] 赵全泽. 3.0磁共振弥散加权成像(DWI)及波谱分析(MRS)在前列腺癌的诊断效果分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2014, 12(9): 55-58.

[2] 章绪辉, 全显跃, 路世龙, 等. DWI和ADC图在前列腺癌诊断中的应用研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2014, 12(8): 66-78.

[3] Sankineni S, Osman M, Choyke PL. Functional MRI in prostate cancer detection[J]. Biomed Res Int, 2014: 590-638.

[4] Shinmoto H, Tamura C, Soga S, et al. An Intravoxel Incoherent Motion Diffusion-Weighted Imaging Study of Prostate Cancer[J]. American Journal of Roentgenology, 2012, 199(4): W496-W500.

[5] Zhang X, Quan X, Lu S, et al. The clinical value of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging at 3.0T to detect prostate cancer[J]. J Int Med Res, 2014, 42(5): 1077-1084.

[6] Panebianco V, Sciarra A, Marcantonio A, et al. Conventional imaging and multiparametric magnetic

resonance (MRI, MRS, DWI, MRP) in the diagnosis of prostate cancer[J]. Q J Nucl Med Mol Imaging, 2012, 56(4): 331-342.

[7] Le Bihan D. Intravoxel Incoherent Motion Perfusion MR Imaging: A Wake-Up Call[J]. Radiology, 2008, 249(3): 748-752.

[8] 叶锦棠, 蔡文超, 王岳, 等. 体素内不相干运动扩散加权成像对前列腺癌的诊断价值[J]. 放射学实践, 2014(5): 474-476.

[9] 万红燕, 毕芸祺, 衣岩, 等. 基于体素内不相干运动的MR扩散加权成像对前列腺癌诊断价值的初步研究[J]. 磁共振成像, 2015(6): 445-449.

(本文图片见封三)

(本文编辑: 唐润辉)

【收稿日期】2016-02-05

(上接第70页)

在于难以鉴别结石与气泡、血块、息肉、肉芽肿^[12]。胆管癌为胆道梗阻常见恶性病变,以肝门部胆管癌确诊难度最大,肝门部毗邻脏器多,解剖关系复杂^[13],诊断过程中需鉴别病灶来源。MRCP图像可直观显示胆道梗阻病灶扩张程度、实现二维及三维画面灵活转换,更利于掌握胆管腔内外相关情况,明确病灶与周围组织关系,对恶性病变诊断有更大优势。

综上所述,MSCT及MRCP+MR在胆道梗阻性病变诊断中的应用均有较好效果,MRCP+MR对恶性病变诊断准确率更高,临床价值大。

参考文献

[1] 马跃虎, 殷信道, 顾建平, 等. 多层螺旋CT阴性法胰胆管成像与MRCP诊断胆道梗阻性病变的对比

分析[J]. 中国临床医学影像杂志, 2010, 21(10): 741-744.

[2] 林江, 张雪梅等. 胆道梗阻性病变的多层螺旋CT成像应用[J]. 中国临床医学, 2009, 16(4): 616-619.

[3] 潘洪良, 姜华, 李强等. 3.0T MRCP诊断胆道梗阻性病变的临床应用价值[J]. 中国医疗设备, 2011, 26(6): 97-98.

[4] 于春海, 张瑞平, 李健丁, 等. 64层螺旋CT阴性法胰胆管成像联合磁共振胰胆管成像对胆道梗阻性病变的诊断价值[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2013, 20(7): 3158-3161.

[5] 孙永峰. 多排螺旋CT、MRI在诊断胆道梗阻性病变中价值比较[J]. 中国CT和MRI杂志, 2015, 10(10): 73-75, 79.

[6] 黄革, 郑维民, 中国强, 等. MSCT与MRCP对老年人胆道梗阻性疾病的应用价值[J]. 中国老年学杂志, 2013, 33(18): 4540-4541.

[7] 李绍东, 徐凯, 张秀莉, 等. 高场MRI动态增强联合MRCP在肝外癌性梗阻性黄疸中的应用[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2011, 17(5): 433-436.

[8] 周伏强, 付飞先. MSCT和MRCP+常规MR在胆道梗阻中的应用对比研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2010, 08(6): 37-40.

[9] 马跃虎, 殷信道, 顾建平, 等. 多层螺旋CT阴性法胰胆管成像与MRCP结合MRI诊断胆总管结石的对比分析[J]. 医学影像学杂志, 2010, 20(10): 1548-1552.

[10] 周文珍, 顾建平, 殷信道, 等. MSCT、MRCP、MRI结合MRCP在诊断胆道梗阻性疾病中的应用比较[J]. 中国医疗设备, 2015, 30(1): 43-46.

[11] 于本霞, 夏玉军, 刘奉立, 等. 磁共振胰胆管成像对胆道梗阻的诊断价值(附81例分析)[J]. 医学影像学杂志, 2013, 23(10): 1572-1574, 1578.

[12] 方长海, 邓克学. B超、MSCT和MRCP在胆道疾病中的诊断价值[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2012, 18(6): 504-509.

[13] 谢佳平, 赵景润, 任晓燕, 等. 经内镜逆行胰胆管造影与超声、多排螺旋CT、磁共振胰胆管造影对梗阻性黄疸诊断价值的比较[J]. 临床肝胆病杂志, 2012, 28(2): 121-123, 134.

(本文编辑: 唐润辉)

【收稿日期】2016-02-06