

DWI 及动态增强 MRI 定量检测在前列腺癌诊断中的应用

王海宝, 刘 灿, 贾 媛, 马 宁, 吴津明

[摘要] 目的:探讨弥散加权成像(DWI)和动态增强 MRI (DCE-MRI)定量检测在前列腺良恶性病变鉴别诊断中的价值。**方法:**回顾性分析 15 例前列腺 DWI 和 DK^{trans} CE-MRI 定量参数,包括表观扩散系数(ADC)、容积转运常数 K^{trans} 、回流速率常数 k_{ep} 、血管外细胞外间隙体积比(v_e)值。并运用 SPSS 进行统计学分析。**结果:**前列腺癌癌灶和增生灶的 ADC、 K^{trans} 和 k_{ep} 值分别为 $(1.21 \pm 0.26) \text{ mm}^2/\text{s}$ 和 $(0.83 \pm 0.32) \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $(0.45 \pm 0.22) \text{ min}^{-1}$ 和 $(0.17 \pm 0.08) \text{ min}^{-1}$ 、 $(0.95 \pm 0.44) \text{ min}^{-1}$ 和 $(0.49 \pm 0.26) \text{ min}^{-1}$, 差异均有统计学意义($P < 0.01$)。**结论:**ADC、 K^{trans} 、 k_{ep} 值在前列腺良恶性病变中存在显著不同,DWI 和 DCE-MRI 定量评估对前列腺良恶性病变的鉴别具有一定的价值。

[关键词] 前列腺肿瘤;动态增强磁共振;弥散加权成像;定量评估

[中图分类号] R 737.25 [文献标志码] A DOI:10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2016.09.037

The application value of the quantitative detection of diffusion weighted imaging and dynamic contrast-enhanced MRI in the diagnosis of prostate cancer

WANG Hai-bao, LIU Can, JIA Yuan, MA Ning, WU Jin-ming

(Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui 230022, China)

[Abstract] Objective: To explore the value of quantitative detection of diffusion weighted imaging (DWI) and dynamic contrast-enhanced MRI (DCE-MRI) in the differentiation diagnosis of malignant and benign lesions of prostate. **Methods:** The quantitative parameters of DWI and DCE-MRI in 15 cases with prostate cancer were retrospectively analyzed. The quantitative parameters included the ADC, K^{trans} , k_{ep} and v_e , and which was statistically analyzed by SPSS. **Results:** The values of the ADC, K^{trans} and k_{ep} in malignant lesion and benign lesion of prostate were $(1.21 \pm 0.26) \text{ mm}^2/\text{s}$ and $(0.83 \pm 0.32) \text{ mm}^2/\text{s}$, $(0.45 \pm 0.22) \text{ min}^{-1}$ and $(0.17 \pm 0.08) \text{ min}^{-1}$, and $(0.95 \pm 0.44) \text{ min}^{-1}$ and $(0.49 \pm 0.26) \text{ min}^{-1}$, respectively, the difference of which was statistically significant ($P < 0.01$). **Conclusions:** The values of the ADC, K^{trans} and k_{ep} between malignant lesion and benign lesion of prostate are different, and the quantitative assessment of DWI and DCE-MRI has certain value in the differentiation diagnosis of malignant lesion and benign lesion of prostate.

[Key words] prostate neoplasms; dynamic contrast-enhanced MRI; diffusion weighted imaging; quantitative assessment

前列腺癌系中老年男性的最常见死亡原因之一。近年来前列腺癌发病率呈逐渐上升趋势,其早期诊断、早期治疗是影响预后的重要因素。随着 MRI 多种技术的发展,弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)和动态增强扫描 MRI

(dynamic contrast-enhanced MRI, DCE-MRI)运用于前列腺癌的鉴别尤其值得关注。本文对术前 MRI 诊断并术后病理证实的 15 例前列腺癌患者的 DWI 和 DCE-MRI 扫描相关资料进行总结,分析其影像学表现特征,探讨 DWI 及 DCE-MRI 定量评估在前列腺癌诊断中的价值。

1 材料与方法

1.1 材料 收集我院 2011 年 1 月至 2016 年 5 月 15 例术前 MRI 诊断及术后病理或穿刺活检证实的

[收稿日期] 2016-06-08

[基金项目] 国家自然科学基金项目(8171326)

[作者单位] 安徽医科大学第一附属医院 放射科,安徽 合肥 230022

[作者简介] 王海宝(1971-),男,博士,副主任医师。

[10] 李金平,姜慧杰. 多层螺旋 CT 灌注参数对肝癌血流变化的诊断价值[J]. 中国医学计算机成像杂志,2011,17(4):377.

[11] CHIKUI T, KITAMOTO E, KAWANO S, et al. Pharmacokinetic analysis based on dynamic contrast-enhanced MRI for evaluating tumor response to preoperative therapy for oral cancer [J]. J Magn Reson Imaging, 2012, 36(3):589.

[12] KIM JH, KIM CK, PARK BK, et al. Dynamic contrast-enhanced

3-T MR imaging in cervical cancer before and after concurrent chemoradiotherapy [J]. Eur Rad, 2012, 22(11):2533.

[13] SAHANI DV, JIANG T, HAYANO K, et al. Magnetic resonance imaging biomarkers in hepatocellular carcinoma: association with response and circulating biomarkers after sunitinib therapy [J]. J Hematol Oncol, 2013, 6:51.

(本文编辑 姚仁斌)

前列腺癌患者临床及 MRI 影像学资料。年龄 58 ~ 80 岁,12 例患者主要表现为进行性排尿困难,3 例因体检发现前列腺特异性抗原(PSA)增高就诊。

1.2 方法

1.2.1 MRI 扫描 采用 GE HDxt 3.0T 及 MR750W 3.0T 超导型磁共振扫描仪,8 通道腹部相控阵线圈。扫描序列依次包括:(1)常规平扫。包括轴位 FSE T1WI (TR 540 ms,TE 7.4 ms,矩阵 352 × 192,2 次平均)和脂肪抑制 FSE T2WI (TR 4 400 ms,TE 132.9 ms,矩阵 320 × 224,4 次平均),两扫描序列;层厚 4.0 mm,层间隔 1.0 mm,FOV 300 mm × 300 mm。(2)DWI 轴位扫描。单次激发 SE-EPI 序列,b 值取 1 500 s/mm²,TR/TE 5 200 ms/74.3 ms,层厚 4.0 mm,层间隔 1.0 mm,矩阵 96 × 130,FOV 300 mm × 300 mm, NEX 8。(3)动态增强扫描。使用轴位 T1WI 容积采集序列(M3D-LAVA),TR/TE/TI 5.4 ms/2.0 ms/5.0 ms,矩阵 320 × 224,FOV 320 mm × 288 mm。增强造影剂使用马根维显(Gd-DTPA),经静脉注射 15 mL,增强前先扫描 2 个空白时相,然后开始注射造影剂,再连续扫描 18 个时相,单个时相 9 s。(4)常规增强扫描。使用轴位 T1WI 容积采集序列(M3D-LAVA),然后生成横、矢、冠三方向三维重建图像。

1.2.2 图像数据分析 在 GE ADW4.4 工作站上,观察病灶的形态、大小、数目、边缘、信号特点、周围情况及有无淋巴结转移。使用 Functool4.3 软件包进行功能图像后处理。分别在 DWI 和 DCE-MRI 图

像上,于病灶区(癌灶)和病灶对侧(增生灶)手工勾画相应的兴趣区(见图 1),获取对应的 ADC 值及时间-信号强度曲线(time-signal intensity curve, TIC)图像。判断 TIC 曲线类型:缓慢上升型(I型),平台型(II型),速升速降型(III型)^[1]。

运用 DCE@urLAB v1.0 软件包进一步分析 DCE-MRI 数据^[2]。首先选定右侧股动脉,获得 AIF 曲线模型,再手工绘制癌灶、对侧增生灶感兴趣区(region of interest, ROI)(同上)。采用 Extended Tofts Linear 双室模型,设置血浆 T1 为 1 600 ms,软组织 T1 为 1 580 ms。获得动态增强的药代动力学容积转运常数(K^{trans})、回流速率常数(k_{ep})、血管外细胞外间隙体积比(v_e)参数图谱,并获取相关参数值。

1.3 统计学方法 采用配对 *t* 检验和秩和检验。

2 结果

15 例患者中,9 例癌灶位于外周带(T1WI 等信号,T2WI 稍低信号),6 例位于中央区或移行带(T1WI 等信号,T2WI 稍高混杂信号),2 例癌灶突破包膜,1 例发生转移。DCE-MRI 结果显示,增强早期多数癌灶呈明显强化,增强晚期强化反而较增生灶明显减弱。DWI 图像显示,增生灶多为等或稍高信号,癌灶多为明显高信号(见图 1)。增生灶和癌灶 ADC 分别为(1.21 ± 0.26)mm²/s 和(0.83 ± 0.32)mm²/s,差异有统计学意义($\bar{d} \pm s_d = -0.38 \pm 0.12$, $t = 5.21, P < 0.01$)。

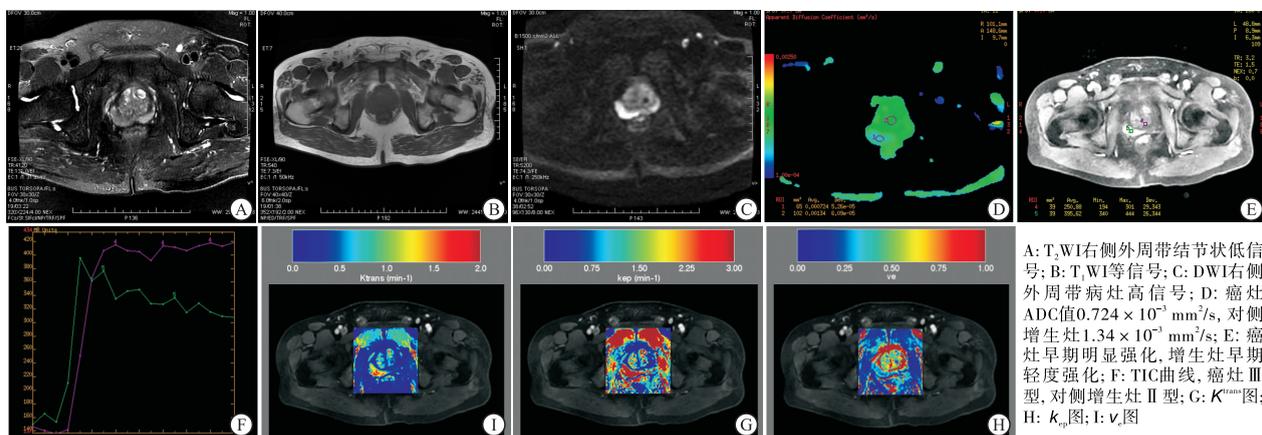


图1 前列腺癌常规MRI及DCE-MRI图像(男,70岁)

TIC 曲线为 III 型 10 例, II 型 5 例, 无 I 型。增生灶多逐渐强化, 多数未达峰值。15 例前列腺癌的对侧增生灶 TIC 曲线为 I 型 8 例, II 型 6 例, III 型 1 例(见图 1)。癌灶和增生灶的 TIC 曲线类型 I 型和 III 型间差异有统计学意义($T = 145, P < 0.01$)。2

组的 K^{trans} 和 k_{ep} 值差异均有统计学意义($P < 0.01$), 而 v_e 值差异无统计学意义($P > 0.05$)(见表 1)。

3 讨论

前列腺癌是男性泌尿生殖系统恶性肿瘤中较常

表1 前列腺癌癌灶和对侧增生灶 DCE 定量比较($n=15; \bar{x} \pm s$)

病灶类型	$K^{\text{trans}}/(\text{min}^{-1})$	$k_{\text{ep}}/(\text{min}^{-1})$	v_e
癌灶	0.45 ± 0.22	0.95 ± 0.44	0.37 ± 0.11
增生灶	0.17 ± 0.08	0.49 ± 0.26	0.35 ± 0.14
$\bar{d} \pm s_d$	-0.28 ± 0.15	-0.46 ± 0.23	-0.02 ± 0.12
t	10.12	13.16	0.69
P	<0.01	<0.01	>0.05

见的疾病之一,55~80岁好发。本组年龄范围为58~80岁。主要临床表现进行性排尿困难等。好发于外周带^[3]。本组15例前列腺癌患者,9例(60%)癌灶位于外周带。前列腺癌早诊断、早治疗对于患者预后起着至关重要的作用。既往主要通过超声等影像手段进行检测,从形态学上对病变性质进行判断。MRI具有软组织分辨率高,可多方位、多参数检测的优势。多模态MRI联合运用,对前列腺癌的早期诊断、分期评估和鉴别诊断具有重要价值。本文DCE-MRI结果显示,增强早期多数癌灶呈明显强化,增强晚期强化反而较增生灶明显减弱。增生灶多逐渐强化,多数未达峰值。

恶性度较高的前列腺癌毛细血管通透性大,造影剂容易快速通过血管壁进入周围组织间隙,局部血流容积增加,从而导致MRI信号快速上升,同时造影剂也容易快速从周围组织返回血管内流出,TIC显示为Ⅲ型曲线为主,即速升速降特点。本组病例中,TIC曲线为Ⅲ型9例,Ⅱ型6例,无Ⅰ型。低度恶性或良性肿瘤毛细血管壁相对较为完整,造影剂通过相对较慢,呈逐渐强化方式,TIC以Ⅰ~Ⅱ型曲线为主。本组15例前列腺癌的增生灶TIC曲线为Ⅰ型8例,Ⅱ型6例,1例Ⅲ型。既往研究^[4]显示,根据TIC曲线,DCE-MRI对前列腺癌的诊断敏感性和特异性分别为59%和74%。

DCE-MRI对前列腺癌鉴别诊断的定量分析法需通过Tofts模型衍生的扩展Tofts线型(Extended Tofts Linear)双室模型进行数学计算^[5],得出一系列药代动力学参数,可反映血管的通透性。其中, K^{trans} 即转运常数,为单位时间内对比剂从血浆经毛细血管壁进入组织间隙的剂量。 k_{ep} 即速率常数,为单位时间内对比剂从组织间隙返回血管内的剂量。 v_e 为血管外细胞外间隙体积比,三者的函数关系: $k_{\text{ep}} = K^{\text{trans}}/v_e$ 。本研究显示前列腺癌癌灶较对侧增生灶的 K^{trans} 、 k_{ep} 值显著升高,分别为 $(0.45 \pm 0.22) \text{ min}^{-1}$

和 $(0.95 \pm 0.44) \text{ min}^{-1}$ 。这可能与肿瘤组织血管生成速度过快,毛细血管血管壁不成熟,其内皮细胞间隙较正常细胞间隙大有关,从而导致肿瘤血管的通透性增大^[6-7]。

DWI可以活体检测水分子弥散情况,ADC值可以反映组织细胞的密度大小,细胞密度越大,水分子扩散越受到限制,DWI呈高信号,ADC下降。既往研究^[8]报道,DWI结合T2WI检测前列腺癌,敏感性达54%~98%,特异性达58%~100%。本组病例结果显示,b取 1500 s/mm^2 时,ADC值为 $(0.83 \pm 0.32) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,与国内相关报道基本一致,对恶性前列腺肿瘤诊断的特异性较高。研究^[9]显示,DCE-MRI联合DWI对前列腺癌检测的敏感性达87%,特异性达74%。

综上所述,DWI和DCE-MRI用于前列腺癌的量化评估,可以提供丰富的鉴别诊断信息,为临床治疗方案的选择提供依据,具有重要价值。结合病变形态学改变、DCE-MRI的TIC曲线形态、 K^{trans} 、 k_{ep} 和DWI的ADC值,有利于鉴别前列腺的良恶性病变。

[参考文献]

- [1] 潘云雷,张辉,李祖银,等. 3.0T DCE-MRI与DWI对前列腺癌的诊断价值及与前列腺特异性抗原的相关性[J]. 安徽医科大学学报,2012,47(10):1201.
- [2] ORTUÑO JE, LEDESMA-CARBAYO MJ, SIMÕES RV, et al. DCE @ urLAB: a dynamic contrast-enhanced MRI pharmacokinetic analysis tool for preclinical data[J]. BMC Bioinformatics, 2013, 14:316.
- [3] 白人驹,张雪林. 医学影像诊断学[M]. 北京:人民卫生出版社,2010:472.
- [4] TURKBEBY B, PINTO PA, MANI H, et al. Prostate cancer: value of multiparametric MR imaging at 3 T for detection-histopathologic correlation[J]. Radiology, 2010, 255(1):89.
- [5] SOURBORN SP, BUCKLEY DL. Classic model for dynamic contrast-enhanced MRI[J]. NMR Biomed, 2013, 26(8):1004.
- [6] 何为,刘毅,刘剑羽,等. 3.0T MR动态增强扫描定量分析诊断前列腺癌的价值[J]. 中华放射学杂志,2014,48(3):215.
- [7] 程悦,季倩,张怡,等. 磁共振动态增强定量分析对前列腺疾病的诊断价值[J]. 中华老年医学杂志,2014,33(1):55.
- [8] VARGAS HA, AKIN O, FRANIEL T, et al. Diffusion-weighted endorectal MR imaging at 3T for prostate cancer: tumor detection and assessment of aggressiveness[J]. Intern J Med Rad, 2011, 259(3):775.
- [9] 彭涛,肖建明,朱丹,等. 磁共振扩散加权成像对前列腺癌的诊断价值及与Gleason评分的相关性研究[J]. 四川医学,2013, 34(8):1236.

(本文编辑 卢玉清)