

前列腺癌的 DCE - MRI 与 DWI 诊断的定量分析

李军苗 杨登法 华浅近 陈建华 张海涛 吴贵阳

摘要 **目的** 分析动态增强磁共振成像(DCE - MRI)联合弥散加权成像(DWI)诊断前列腺癌(PC)的临床价值。**方法** 选择2015年5月~2017年8月来笔者医院诊治疑似PC患者46例为研究对象,分析DCE - MRI联合DWI诊断PC的病理特点及其临床价值。**结果** 46例患者有24例(52.17%)PC患者,22例(47.83%)良性下前列腺增生(BPH);MR平扫PC为T₂WI上局灶性低信号,T₁WI略低信号,髂骨及盆腔淋巴结转移T₁WI信号高低不均,PC癌灶、髂骨及盆腔淋巴结转移DWI呈较高信号,表观弥散系数(ADC)图呈较明显低信号;PC组患者病灶ADC值低于BPH组,EADC值高于PC组($P < 0.05$);PC组中TIC曲线Ⅲ型占62.50%明显高于BPH组的13.64%,BPH组中TIC曲线Ⅱ型占63.64%高于PC组的25.00%($P < 0.05$);两组患者峰值时间(T_{max})、最大增强斜率(MSI)、信号强化率(SER)、容量转移常数(K_{trans})、速率常数(K_{ep})、血管外细胞外液间隙容积比(V_e)比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),而峰值强度(SI peak)、对比剂血浆容积比对比剂(V_p)比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);MR平扫(73.07%)诊断准确率低于MR平扫+DCE - MRI(88.46%)及平扫+DCE - MRI + DWI(92.30%)比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** DCE - MRI联合DWI可有效鉴别与诊断前列腺疾病,对PC有较高的临床诊断率,同时获得较全面的参数信息,敏感度与特异性高。

关键词 前列腺癌 动态增强磁共振 弥散加权成像 诊断率

中图分类号 R73

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2019.01.017

Quantitative Analysis of DCE - MRI and DWI in Prostate Cancer. Li Junmiao, Yang Dengfa, Hua Qianjin, et al. Department of Radiology, Taizhou City Hospital, Zhejiang 318000, China

Abstract **Objective** To analyze the value of dynamic contrast - enhanced magnetic resonance imaging (DCE - MRI) combined with diffusion - weighted imaging (DWI) in the diagnosis of prostate cancer (PC). **Methods** Forty - six patients with suspected PC in our department from May 2015 to August 2017 were selected as the research object. The pathological features and clinical value of DCE - MRI combined with DWI in the diagnosis of PC were analyzed. **Results** Twenty four patients (52.17%) had PC, 22 patients (47.83%) had benign prostatic hyperplasia (BPH). MR plain scan PC was focal low signal on T₂WI, slightly lower signal on T₁WI and lower iliac and pelvic lymph nodes. The level of T₁WI signal was unevenly distributed. The signal intensity of DWI was higher in PC foci. Iliac bone and pelvic lymph node metastasis, and the ADC showed a lower signal. The ADC value of lesion in PC group was lower than that of BPH group, and the value of EADC was higher than that in PC group. There was significant difference in ADC value and EADC between the two groups ($P < 0.05$). In the PC group, the TIC curve type Ⅲ accounted for 62.50%, which was significantly higher than the 13.64% of the BPH group. In the BPH group, the TIC curve type Ⅱ accounted for 63.64% higher than the PC group 25.00% ($P < 0.05$). The peak time (T_{max}), maximum enhancement slope (MSI), signal enhancement rate (SER), volume transfer constant (K_{trans}), rate constant (K_{ep}), and extravascular extracellular fluid volume ratio (V_e) were compared between the two groups ($P < 0.05$), and the peak intensity (SI peak) and the plasma volume of the contrast agent (V_p) were not significantly different from those ($P > 0.05$). The diagnostic accuracy of MR plain scan (73.07%) was lower than that of MR plain scan + DCE - MRI (88.46%) and plain scan + DCE - MRI + DWI (92.30%, $P < 0.05$). **Conclusion** DCE - MRI combined with DWI can effectively identify and diagnose prostate diseases, have a higher clinical diagnosis rate for PC, and obtain more comprehensive parameter information with high sensitivity and specificity.

Key words Prostate cancer; Dynamic enhancement of magnetic resonance; Diffusion - weighted imaging; Diagnostic rate

近年来前列腺癌(prostate cancer, PC)发生率逐

步上升,成为男性常见死亡原因之一。而PC疾病的良、恶性在临床治疗方案差异较大,早期PC症状不显著,患者多因骨痛、尿路症状等就诊时,病情多已发展至晚期,故早诊断、早治疗直接影响PC患者预后情况^[1]。近年来发展的磁共振成像(MRI)技术不仅分辨率高,而且可多方位、多参数成像,尤其弥散加

基金项目:浙江省医药卫生科研基金资助项目(面上项目)(2018KY905)

作者单位:318000 台州市立医院放射科(李军苗、杨登法、华浅近、陈建华),泌尿外科(张海涛),胃肠外科(吴贵阳)

通讯作者:李军苗,电子信箱:365458591@qq.com

权成像(DWI)对组织结构及细胞特性可定量分析,动态增强扫描MRI(DCE-MRI)可定量分析肿瘤血管渗透性方面的参数,均对PC的鉴别方面有独到优势^[2]。本研究通过总结笔者医院诊治46例疑似PC患者的DWI和MRI的临床影像学资料,评估其诊断PC的临床价值,现报道如下。

资料与方法

1. 一般资料:选择2015年5月~2017年8月来笔者医院诊治疑似PC患者46例为研究对象,以上患者经术前MR检查前化验前列腺特异性抗原增高 $4.2 \sim 170.0 \text{ ng/ml}$ 。患者年龄 $50 \sim 67$ 岁,平均年龄 55.34 ± 5.54 岁。纳入标准:①患者主诉夜尿增多,尿频等症状,②血清前列腺特异抗(PSA) $>4 \mu\text{g/L}$;③临床资料齐全;④本研究均知情同意,并通过笔者医院伦理学委员会批准;排除标准:MRI检查禁忌证。

2. 测量方法:采用西门子NOVUS1.5T高场强磁共振机,18通道阵列线圈,梯度场强 40 mT/m ,切换率 $150 \text{ T/(m} \cdot \text{s)}$ 。多方位扫描成像:轴位、矢状位及冠状位;参数: $T_1\text{WI}$ ($\text{TR/TE} = 440 \text{ ms}/11 \text{ ms}$)和 $T_2\text{WI}$ ($\text{TR/TE} = 3600 \text{ ms}/85 \text{ ms}$),脂肪抑制横断位,视野 25 mm ,层厚 5 mm ,层间距 1 mm ,矩阵 320×224 。DWI采用横轴面扫描,参数同上。DCE-MRI在轴位TSE $T_2\text{WI}$ 上横断面扫描,经肘前静脉高压以 2 ml/s 快速注入 0.2 mmol/kg 钆喷替酸葡甲胺(Gd-DTPA),采用3DFSPGR序列平扫,之后行DCE-MRI,数据采集用三维傅立叶转换技术($\text{TR } 5.0 \text{ ms}$, $\text{TE } 2.3 \text{ ms}$,翻转角 10° ,层厚 3 mm ,FOV 40 mm ,矩阵为 288×192 ,连续扫描20期)。请两位心脏MRI专业医师共同观察并诊断。

3. 图像后处理:由两名高年资MR诊断医师在不知道病理结果的前提下应用GE ADW2.0工作站

FuncTool功能软件包对MR平扫、DWI、DCE-MRI及其组合扫描图像做出诊断。参照李拔森^[3]与李鹏等^[4]资料结果诊断PC。DWI图像后处理:观察患者病灶的DWI信号特点,放置感兴趣区(ROI)在病灶强化最显著部位,面积稍小于病变范围,绘制时间-信号强度(TIC)曲线(I型为缓慢上升型,II型为平台型,III型为速升速降型),测量ADC值与指数化表观扩散系数(EADC)值。采用MR Tissue 4D软件勾画正常供血血管的时间-浓度曲线,做动脉输入函数,并作为参照,通过Extended Tofts Linear双室模型定量分析相关渗透性参数:容量转移常数(K_{trans}),速率常数(K_{ep}),对比剂血浆容积对比剂(V_p),血管外细胞外液间隙容积比(V_e),峰值时间(T_{max} ,从开始动态增强扫描到强化峰值的时间),峰值强度(SI_{peak} , %)(病灶到达强化峰值时的信号强度),最大增强斜率 $[\text{MSI} = (\text{SI}_{\text{peak}} - \text{SI}_{T=0s})/T_{\text{max}}]$,信号强化率 $[\text{SER} = (\text{SI}_{\text{peak}} - \text{SI}_{T=0s})/\text{SI}_{T=0s}]$ 。

4. 统计学方法:采用SPSS 22.0统计学软件进行统计分析,ADC值、EADC值及参数与MRI动态增强各参数用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,组间两两比较采用 t 检验,多组计量资料比较采用单因素采用单因素方差 F/t 检验;MRI动态增强表现、诊断结果用 $n(\%)$ 表示,组间比较采用Pearson chi-square χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 病理结果:46例患者手术病理结果为24例(52.17%)PC患者,18例(75.00%)癌灶源于外周带,3例位于中央区,2例发生转移。22例(47.83%)良性下前列腺增生(BPH)(图1),其中8例前列腺炎,2例前列腺炎。

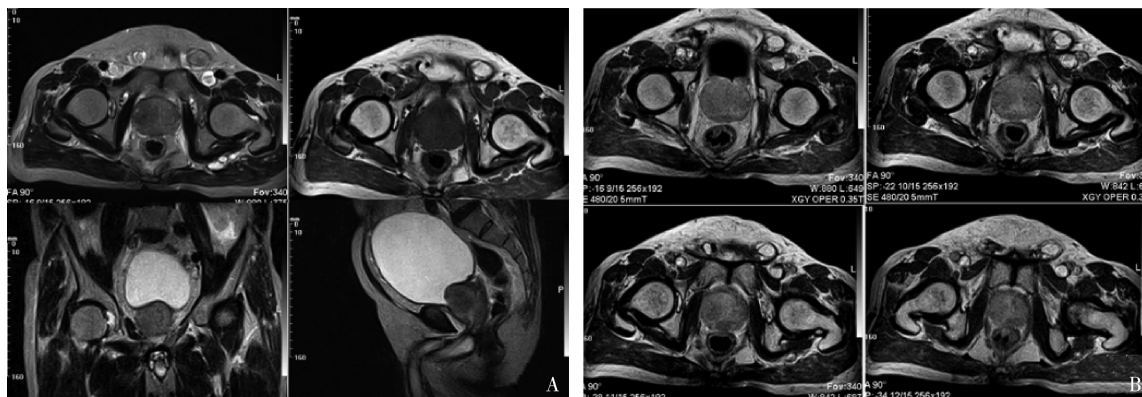


图1 前列腺肥大MR图

A. MR平扫;B. MR增强

2. DCE - MRI 结果:MR 平扫 PC 表现为 T₂WI 上局灶性低或稍低信号(图 2A);T₁WI 等或略低信号,显示欠清(图 2B);转移性淋巴结表现为淋巴结增大,髂骨及盆腔淋巴结转移 T₁WI 信号高低不均(图 3)。

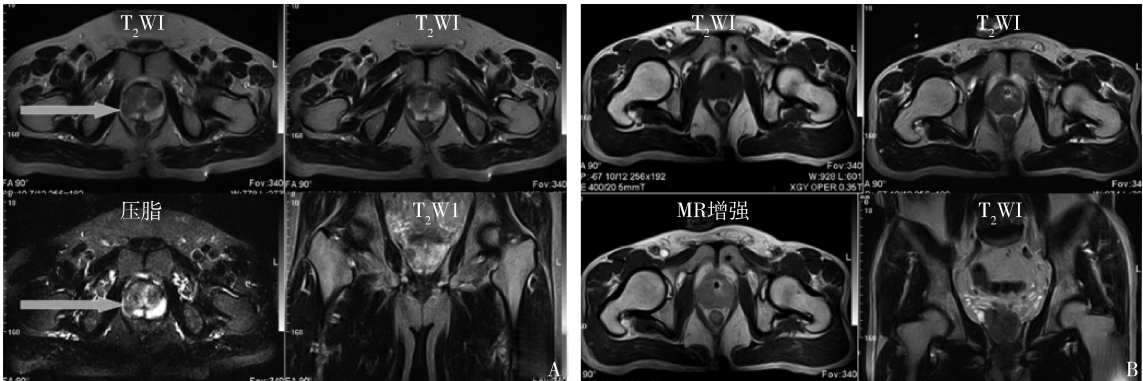


图 2 前列腺癌 MR 图
A. MR 平扫;B. MR 平扫 + 增强

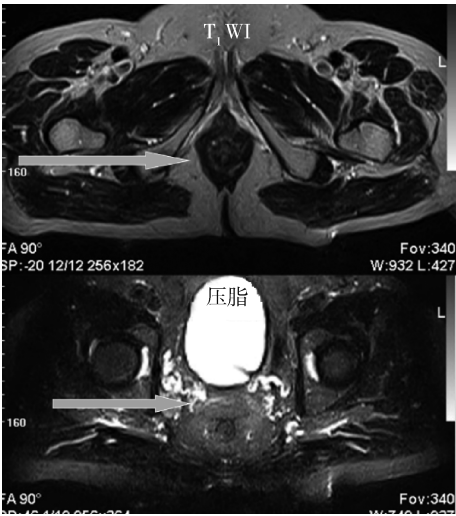


图 3 PC MR 平扫、髂骨及盆腔淋巴结转移

3. 病灶 DWI 表现:PC 组患者病灶 ADC 值低于 BPH 组,EADC 值高于 PC 组($P < 0.05$),见表 1。

PC 癌灶与髂骨及盆腔淋巴结转移 DWI 上呈明显的高信号(图 2B 与图 3);ADC 图呈较明显低信号,与正常中央叶腺体、外周带信号比较差异显著。

表 1 病灶 DWI 表现比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	ADC 值 (mm ² /s)	EADC 值
PC 组	24	0.71 ± 0.21	0.45 ± 0.09
BPH 组	22	1.01 ± 0.23	0.34 ± 0.08
<i>t</i>		4.625	4.365
<i>P</i>		0.000	0.000

4. DCE - MRI 表现:PC 组中 TIC 曲线Ⅲ型占 62.50% 明显高于 BPH 组的 13.64%,BPH 组中 TIC 曲线Ⅱ型占 63.64% 高于 PC 组的 25.00% ($P < 0.05$),见表 2。两组患者 T_{max}、MSI、SER、K_{trans}、K_{ep}、V_e 比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),而 SI peak、V_p 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

表 2 BPH 与 PC 病灶 DCE - MRI 表现比较 [$n(\%)$]

组别	<i>n</i>	I 型	II 型	III 型
PC 组	24	3 (12.50)	6 (25.00)	15 (62.50)
BPH 组	22	5 (22.72)	14 (63.64)	3 (13.64)

$\chi^2 = 11.635; P = 0.003$

表 3 BPH 与 PC 病灶 DCE - MRI 各参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	T _{max} (s)	MSI	SER	SI peak	K _{trans} (min)	K _{ep} (min)	V _e	V _p
PC 组	24	67.71 ± 12.21	217.48 ± 35.12	121.73 ± 20.24	489.53 ± 82.43	2.41 ± 1.11	1.91 ± 0.73	0.83 ± 0.23	0.32 ± 0.18
BPH 组	22	84.53 ± 15.33	184.34 ± 33.21	108.14 ± 15.25	505.25 ± 79.51	1.03 ± 0.93	1.04 ± 0.45	0.62 ± 0.17	0.41 ± 0.20
<i>t</i>		4.133	3.281	2.553	0.657	4.548	4.812	3.495	1.606
<i>P</i>		0.000	0.002	0.014	0.515	0.000	0.000	0.001	0.115

5. 诊断结果比较:MR 平扫诊断 18 例,中央区 3 例及外周带 3 例肿瘤发生误诊;DWI 诊断 20 例,中央区 1 例及外周带 3 例肿瘤因对比不佳发生误诊;平

扫 + DCE - MRI 诊断 21 例,而平扫 + DCE - MRI + DWI 诊断 22 例。MR 平扫诊断准确率低于 MR 平扫 + DCE - MRI 及平扫 + DCE - MRI + DWI ($P <$

0.05),其他诊断准确率比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$),见表4。

表4 诊断结果比较 (%)

检查方法	敏感度	特异性	阳性预测值	阴性预测值	准确率
MR 平扫	75.00	71.4	69.23	76.92	73.07
DWI	83.33	85.71	83.33	87.71	84.62
MR 平扫 + DCE - MRI	87.50	89.30	87.50	88.46	88.46
MR 平扫 + DWI + DCE - MRI	91.67	92.90	91.67	92.90	92.30

讨 论

前列腺疾病是男性泌尿生殖系统常见的疾病,而PC是55~80岁男性中较常见的恶性肿瘤,多源于外周带,主要临床表现为进行性排尿困难等,严重损害男性的身心健康^[5]。本研究显示,46例疑似PC患者手术病理结果为PC患者占52.17%,其中75%癌灶源于外周带;良性BPH占47.83%,故早诊断、早治疗PC有助于改善患者预后与生活质量。早前从病灶形态学上主要采用超声等影像手段进行疾病的诊断。近年来,随着DCE-MRI、DWI、波谱分析(MRS)等技术不断改进,临床上可以从分子生物学水平分析该疾病,同时DCE-MRI与DWI具有良好的软组织分辨率,以及多平面成像、多参数分析的能力,在临床应用中得到广泛的推广^[6,7]。

DWI技术在一种无创模式下检测病灶组织内水分子布朗运动自由度的动态,获得病灶组织内细胞形态、通透性及不同信号的DWI图像等参数资料来区别疾病的性质^[8]。恶性PC患者的毛细血管通透性较大,Gd-DTPA较易通过通透性较大的血管壁进入PC的周围组织间隙,引起PC病灶局部血流容积上升,形成MRI信号增强,同时Gd-DTPA返回血管内也较快速,使TIC曲线多表现为Ⅲ型速升速降型^[9,10]。本研究显示,PC患者TIC曲线Ⅲ型占62.50%,以Ⅲ型为主;BPH患者TIC曲线Ⅱ型占63.64%,以Ⅱ型为主。这归因于PC患者毛细血管壁完整程度明显降低,Gd-DTPA造影剂通过较快,呈速升速降强化方式。有资料显示,DCE-MRI诊断PC的敏感度、特异性均较高。基础研究表明,正常组织内水分子扩散特性受细胞膜、纤维结构等影响,当相关组织发生改变时,其自由度会发生相应的变化^[11~13]。PC病灶的正常组织被破坏,多细胞排列紧密,间隙小,导致癌组织异常增生,腺泡结构与间质成分降低,且分布不规则等,严重影响水分子活动^[14,15]。而ADC表达取决于组织内部成像物质、水分子扩散运动的强度大小及空间分布,故MR平扫

PC表现为T₂WI与T₁WI上低或稍低信号,影像示模糊,转移性淋巴结上T₂WI较高,表现为淋巴结增大,髂骨及盆腔淋巴结转移T₁WI信号高低不均^[16]。PC癌灶与髂骨及盆腔淋巴结转移DWI上呈明显的高信号,ADC图呈较明显低信号,与正常中央叶腺体、外周带信号比较,差异有统计学意义。相反,前列腺增生DWI呈低信号,ADC值高。根据良、恶性前列腺疾病的DWI和ADC值明显差异,可有效鉴别病变性质^[17,18]。

本研究显示,PC癌灶ADC值为 $0.71 \pm 0.21 \text{ mm}^2/\text{s}$ 低于增生灶 $1.01 \pm 0.23 \text{ mm}^2/\text{s}$,故通过ADC纸定量反应PC的扩散程度,预估其与临床病理学特征的关联;同时46例疑似PC患者中,MR平扫诊断18例,DWI诊断20例。为了进一步提高诊断率,联合多种参数诊断,发现平扫+DCE-MRI诊断21例,而平扫+DCE-MRI+DWI诊断22例,MR平扫诊断准确率低于MR平扫+DCE-MRI及平扫+DCE-MRI+DWI,表明联合多参数诊断,可明显提高PC疾病的诊断率,值得临床推广应用。同时,DCE-MRI通常使用药代动力学双室模型来定量测量病灶区域的K_{trans}、K_{ep}、V_e、V_p等血管通透性参数,评估病灶的血流动力学特征和代谢特点。本研究对DCE-MRI参数深入比较,发现PC患者与BPH患者的T_{max}、MSI、SER、K_{trans}、K_{ep}、V_e参数存在明显差异,这与PC患者癌细胞大量增生,引起血管密度上升,肿瘤对血管刺激增强,导致血管的通透性增大相关^[19,20]。这进一步验证诊断PC的准确率,同时DCE-MRI联合DWI的诊断准确率为92.30%,高于其他单一参数的准确率,表明其联合诊断前列腺疾病方面有较好的协同作用^[20]。

综上所述,DCE-MRI联合DWI可有效鉴别与诊断前列腺疾病,对PC有较高的临床诊断率,同时获得较全面的参数信息,敏感度与特异性高。

参考文献

- Schoots IG, Petrides N, Giganti F, et al. Magnetic resonance imaging

- in active surveillance of prostate cancer; a systematic review [J]. *Eur Urol*, 2015, 67(4):627–636
 - 2 Kim TH, Jeong JY, Lee SW, *et al.* Diffusion – weighted magnetic resonance imaging for prediction of insignificant prostate cancer in potential candidates for active surveillance [J]. *Eur Radiol*, 2015, 25(6):1786–1792
 - 3 李拔森, 王良, 闵祥德, 等. 第二版前列腺影像报告和数据系统对前列腺癌的诊断价值 [J]. *放射学实践*, 2016, 31(12):1138–1142
 - 4 李鹏, 黄英, 李艳, 等. 多参数磁共振成像诊断和鉴别诊断外周带早期 PC 和前列腺炎 [J]. *中华医学杂志*, 2016, 96(37):2973–2977
 - 5 Fusco R, Sansone M, Petrillo M, *et al.* Multiparametric MRI for prostate cancer detection: preliminary results on quantitative analysis of dynamic contrast enhanced imaging, diffusion – weighted imaging and spectroscopy imaging [J]. *Magn Reson Imaging*, 2016, 34(7):839–845
 - 6 Iannelli G, Caivano R, Rago L, *et al.* Diffusion – weighted magnetic resonance imaging in patients with prostate cancer treated with radiotherapy [J]. *Tumori*, 2016, 102(1):71–76
 - 7 Riches SF, Payne GS, Morgan VA, *et al.* Multivariate modelling of prostate cancer combining magnetic resonance derived T2, diffusion, dynamic contrast – enhanced and spectroscopic parameters [J]. *Eur Radiol*, 2015, 25(5):1247–1256
 - 8 Yuan Q, Costa DN, S  n  gas J, *et al.* Quantitative diffusion – weighted imaging and dynamic contrast – enhanced characterization of the index lesion with multiparametric MRI in prostate cancer patients [J]. *J Magn Reson Imaging*, 2017, 45(3):908–916
 - 9 Tae KJ, Xu S, Wood BJ, *et al.* Automated prostate cancer detection using T2 – weighted and high – b – value diffusion – weighted magnetic resonance imaging [J]. *Med Phys*, 2015, 42(5):2368–2378
 - 10 马向征, 王世威, 许茂盛, 等. DCE – MRI 联合 DWI 定量分析在前列腺癌诊断中的应用价值 [J]. *浙江医学*, 2017, 39(1):7–11
 - 11 Scheenen TW, Rosenkrantz AB, Haider MA, *et al.* Multiparametric magnetic resonance imaging in prostate cancer management: current status and future perspectives [J]. *Invest Radiol*, 2015, 50(9):594–600
 - 12 Matsugasumi T, Baco E, Palmer S, *et al.* Prostate cancer volume estimation by combining magnetic resonance imaging and targeted biopsy – proven cancer core – length: Correlation with cancer volume [J]. *J Urol*, 2015, 194(4):957–965
 - 13 Othman AE, Falkner F, Weiss J, *et al.* Effect of temporal resolution on diagnostic performance of dynamic contrast – enhanced magnetic resonance imaging of the prostate [J]. *Invest Radiol*, 2015, 51(5):290–296
 - 14 Boroomand A, Shafiee MJ, Khalvati F, *et al.* Noise – compensated, bias – corrected diffusion weighted endorectal magnetic resonance imaging via a stochastically fully – connected joint conditional random field model [J]. *IEEE Trans Med Imaging*, 2016, 35(12):2587–2597
 - 15 Radtke JP, Kuru TH, Boxler S, *et al.* Comparative analysis of transperineal template saturation prostate biopsy versus magnetic resonance imaging targeted biopsy with magnetic resonance imaging – ultrasound fusion guidance [J]. *J Urol*, 2015, 193(1):87–94
 - 16 Grant KB, Agarwal HK, Shih JH, *et al.* Comparison of calculated and acquired high b, value diffusion – weighted imaging in prostate cancer [J]. *Abdom Imaging*, 2015, 40(3):578–586
 - 17 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
 - 18 Brock M, Roghmann F, Sonntag C, *et al.* Fusion of magnetic resonance imaging and real – time elastography to visualize prostate cancer: A prospective analysis using whole mount sections after radical prostatectomy [J]. *Ultraschall Med*, 2015, 36(4):355–361
 - 19 Matsuoka Y, Numao N, Saito K, *et al.* Candidate selection for quadrant – based focal ablation through a combination of diffusion – weighted magnetic resonance imaging and prostate biopsy [J]. *BJU Int*, 2016, 117(1):94–101
 - 20 Moldovan PC, Van d BT, Sylvester R, *et al.* What is the negative predictive value of multiparametric magnetic resonance imaging in excluding prostate cancer at biopsy? A systematic review and Meta – analysis from the European Association of Urology Prostate Cancer Guidelines Panel [J]. *Eur Urol*, 2017, 72(2):250–266
- (收稿日期:2018–03–15)
- (修回日期:2018–04–14)
-
- (上接第 51 页)
- 21 Ren J, Kuang TH, Chen J, *et al.* The diagnostic and prognostic values of microRNA – 21 in patients with gastric cancer: a meta – analysis [J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2017, 21(1):120–130
 - 22 Nielsen BS, Jorgensen S, Fog JU *et al.* High levels of microRNA – 21 in the stroma of colorectal cancers predict short disease – free survival in stage II colon cancer patients [J]. *Clin Exp Metastas*, 2011, 28(1):27–38
 - 23 张莎, 任安, 经吴弘, 等. microRNA 调控平滑肌细胞分化和表型转换的分子机制研究进展 [J]. *医学研究杂志*, 2017, 46(11):175–178
 - 24 Haddadi N, Lin Y, *et al.* PTEN/PTENP1: ‘Regulating the regulator of RTK – dependent PI₃K/Akt signalling’, new targets for cancer therapy [J]. *Nat Rev Urol*, 2018, 17(1):37
 - 25 Kim DH, Suh J, Surh YJ, *et al.* Regulation of the tumor suppressor PTEN by natural anticancer compounds [J]. *Ann N Y Acad Sci*, 2017, 1401(1):136–149
- (收稿日期:2018–03–15)
- (修回日期:2018–04–16)