

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2020.23.023

DCE-MRI 联合 DWI 对直肠癌患者术前 T、N 分期及系膜淋巴结良恶性的诊断价值*

刘 静¹ 丁 伟¹ 陈丽君¹ 罗 莎¹ 王 彤²

(1 中国医科大学附属本溪中心医院放射科 辽宁 本溪 117000; 2 中国医科大学附属盛京医院放射科 辽宁 沈阳 110000)

摘要 目的:探讨动态对比增强磁共振(DCE-MRI)联合弥散加权成像(DWI)诊断直肠癌术前 T、N 分期和系膜淋巴结良恶性的价值。**方法:**收集 2017 年 2 月至 2019 年 10 月中国医科大学附属本溪中心医院和中国医科大学附属盛京医院接诊的 80 例直肠癌患者,均进行常规核磁共振成像(MRI)、DCE-MRI、DWI 扫描,获得 DCE-MRI、DWI 定量参数[转运常数(K^{trans})、细胞外血管外空间的体积分数(V_e)、速率常数(K_{ep})、表观扩散系数(ADC)],比较不同 T、N 分期、不同性质系膜淋巴结 DCE-MRI、DWI 参数,及其对 T、N 分期和系膜淋巴结性质的诊断效能。**结果:**直肠癌癌灶 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 高于正常肠壁,ADC 低于正常肠壁($P<0.05$)。TNM 分期为 T_{III-IV} 期的患者 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 高于 T_{I-II} 期,ADC 低于 T_{I-II} 期 ($P<0.05$);TNM 分期为 N_I 期的患者 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 高于 N₀ 期,ADC 低于 N₀ 期($P<0.05$)。联合诊断的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值较高。**结论:**DCE-MRI 联合 DWI 对直肠癌术前 T、N 分期、系膜淋巴结性质诊断价值较高。

关键词: 动态对比增强磁共振; 弥散加权成像; 结肠癌; T 分期; N 分期; 淋巴结

中图分类号: R735.37 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6273(2020)23-4505-05

The Diagnostic Value of DCE-MRI Combined with DWI in Preoperative T, N Stages and Mesenteric Lymph Nodes of Patients with Rectal Cancer*

LIU Jing¹, DING Wei¹, CHEN Li-jun¹, LUO Sha¹, WANG Tong²

(1 Department of Radiology, Benxi Central Hospital Affiliated to China Medical University, Benxi, Liaoning, 117000, China;

2 Department of Radiology, Shengjing Hospital Affiliated to China Medical University, Shenyang, Liaoning, 110000, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the value of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) combined with diffusion-weighted imaging (DWI) in the diagnosis of preoperative TN stage and benign and malignant mesenteric lymph nodes. **Methods:** 80 patients with rectal cancer who were received by Benxi Central Hospital Affiliated to China Medical University and Shengjing Hospital Affiliated to China Medical University from February 2017 to October 2019 were selected, they were scanned with conventional Magnetic resonance imaging (MRI), DCE-MRI and DWI to obtain the quantitative parameters of DCE-MRI and DWI [transfer constant(K^{trans}), extravascular extracellular volume fraction(V_e), rate constant of backflux(K_{ep}) and apparent diffusion coefficient (ADC)]. DCE-MRI and DWI parameters of different T, N stages and different properties of mesenteric lymph nodes were compared, and its diagnostic efficacy in T, N stages and properties of mesenteric lymph nodes. **Results:** The levels of K^{trans} , K_{ep} and V_e in rectal cancer were higher than that in normal intestinal wall, and ADC was lower than that in normal intestinal wall ($P<0.05$). The levels of K^{trans} , K_{ep} and V_e in T_{III-IV}, N_I and mesangial malignant lymph nodes were higher than that in T_{I-II} group, N₀ group and mesangial benign lymph node group ($P<0.05$), the levels of K^{trans} , K_{ep} , V_e in patients with TNM stage N_I were higher than that in patients with N₀, and ADC was lower than that in patients with N₀ ($P<0.05$). The sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value of combined diagnosis were higher. **Conclusion:** DCE-MRI combined with DWI is of high value in the preoperative diagnosis of T, N stage and mesenteric lymph nodes of rectal cancer.

Key words: Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging; Diffusion weighted imaging; Colon cancer; T stage; N stage; Lymph node benign and malignant

Chinese Library Classification(CLC): R735.37 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2020)23-4505-05

前言

直肠癌是全球高发的消化道恶性肿瘤之一,全球每年新发直肠癌病例超过 120 万,超过 50%患者死亡,居恶性肿瘤死亡

第 3 位^[1,2]。近年来,随着我国社会经济飞速发展,人民生活饮食方式的改变,直肠癌发病率不断升高^[3]。不同分期直肠癌治疗方案迥异,预后不同,明确术前 T、N 分期、是否存在直肠区域内淋巴结转移对指导临床治疗,预后预测均有重要意义^[4-6]。核磁

* 基金项目:辽宁省科学技术计划项目(2015226347)

作者简介:刘静(1971-),女,本科,副主任医师,研究方向:磁共振诊断,E-mail:18941436797@163.com

(收稿日期:2020-03-15 接受日期:2020-04-11)

共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)是直肠癌诊断、疗效评估、预后分析的重要影像手段,但常规 MRI 无法准确术前分期及鉴别良恶性系膜淋巴结性质,弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)可观察肿瘤组织微环境变化^[7-9],动态对比增强磁共振(dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging, DCE-MRI)可通过显示肿瘤组织血流动力学变化反映组织血流灌注^[10]。本研究回归性分析了 80 例直肠癌患者 DCE-MRI、DWI 检查资料,探讨两种技术联合在直肠癌术前分期、系膜淋巴结性质诊断的价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料

收集 2017 年 2 月至 2019 年 10 月中国医科大学附属本溪中心医院和中国医科大学附属盛京医院接诊的 80 例直肠癌患者,纳入标准:①均存在大便形态改变、便血、腹泻等症状;②首次术后病理学证实为直肠癌;③检查前未接受放化疗;④均行直肠癌根治手术治疗,术后病理资料完整。排除标准:①消化道出血、严重感染、合并其它部位恶性肿瘤;②图像伪影,模糊无法判断者;③对比剂过敏;④手术与检查时间超过 1 周。其中男 48 例,女 32 例,年龄 41~69 岁,平均(55.25±6.21)岁;术后病理诊断腺癌 41 例,黏液腺癌 25 例,腺癌合并黏液腺癌 14 例,美国癌症联合委员会(American Joint Committee on Cancer, AJCC)第 7 版肿瘤临床病期(Tumor Node Metastasis, TNM)分期^[11]:T_{I~II}31 例,T_{III~IV}49 例;N₀53 例,N_I27 例;共检出肠系膜淋巴结 532 枚,良性 396 枚,恶性 136 枚。本研究获得我院伦理会批准,患者及其家属均知情同意签署同意书,诊疗过程严格遵循伦理学原则,保障患者隐私和安全。

1.2 方法

仪器为分别使用西门子 Verio 3.0T MRI 扫描仪,32 通道相控阵线圈;1.5T GEMIR 扫描仪,8 通道相控阵线圈。患者仰卧,先行 MRI 常规平扫,扫描序列如下:轴位 T1 液体衰减反转恢复序列(T1-fluid attenuated inversion recovery, T1-FLAIR)[重度时间(TR)550 ms 回波时间(TE)10ms,层间距 0.98 mm,层厚 6 mm,矩阵 512×512,视野 300×300×238,采集 2 次]、垂直于直肠病灶的斜轴位,T2 加权成像(t2-weighted imaging, T2WI)(TR5000ms TE115ms,层间距 0.3 mm,层厚 3 mm,矩阵 512×512,视野 180×180×66,采集 3 次)、矢状位 T2 液体衰减反转恢复序列(T2-fluid attenuated inversion recovery, T2-FLAIR)(TR3000ms TE100ms,层间距 0.5 mm,层厚 4 mm,矩阵 512×

512,视野 240×240×99,采集 3 次)、平行于直肠病灶的斜冠状位 T2WI(TR3000ms TE100ms,层间距 0.5 mm,层厚 4 mm,矩阵 512×512,视野 300×380×109,采集 3 次)及 DWI 扫描(TR1700ms TE70ms,层间距 0.5 mm,层厚 3 mm,矩阵 256×256,视野 180×180×95,采集 3 次),DWI 弥散梯度选取 X、Y、Z 三个方向,b 值取 0 及 1000 s/mm²,仪器自带软件自动生成获得弥散平均图像。DCE-MRI 扫描:先进行两个不同翻转角度 T1-mapping 序列扫描(TR/TE 5.08/1.74ms 值,反转角度:2°、15°,层厚 3.6 mm,间隔 0.72 mm,视野 260 mm×260 mm,矩阵 192×138),之后采用三维容积内插体部(three-dimensional volume-interpolated breath-hold examination, 3D-VIBE)序列行 DCE-MRI 扫描(TR/TE、层厚、间隔、视野、矩阵参数同 T1-mapping 序列,反转角度 15°,共采集 35 次),第 3 次采集开始前采用高压注射器经肘前静脉 2.0 mL/s 注入对比剂为钆喷替酸葡甲胺 0.2 mL/Kg,后行常规容积内插体部(volume-interpolated breath-hold examination, VIBE)增强扫描(TR/TE 4.56/2.03 ms,视野 380×315 mm,矩阵 320×240,层厚 3 mm,间隔 0.6 mm,层数 72 层,激励次数 1 次)。

1.3 图像处理

图像资料传输至后台工作站,由两名 10 年以上工作经验的磁共振医师在不知分期情况下,手动选取异常增强软组织区域为感兴趣区域(ROI),避开囊变坏死区和瘤灶与正常肠壁移行区,Siemens TISSUE 4D 软件包获得 T1-mapping 序列基线 T1 值,计算 DCE-MRI 扫描图像 T1 强化值。在最高信号区域选择含病灶容积 ROI,每个病灶选择二个 ROI 区,双室模型获得血管渗透性参数[转运常数(K^{trans})、细胞外血管外空间的体积分数(V_e)和速率常数(K_{ep})],取二个区域平均值。利用 funtool 2 软件结合常规 MRI 图像,测定 ROI 区域肿瘤实质部分表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值,取 3 个 ROI 平均值。

1.4 统计学分析

SPSS 25.0 进行数据录入和分析,连续性变量符合正态分布以($\bar{x} \pm s$)表示,独立样本 t 检验组间差异。所有统计均采用双侧检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 正常肠壁与癌灶 DCE-MRI、DWI 参数比较

直肠癌癌灶 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 高于正常肠壁,ADC 低于正常肠壁($P<0.05$),见表 1。

表 1 正常肠壁与癌灶 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、ADC 值差异($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Differences of K^{trans} , K_{ep} , V_e and ADC values between normal intestinal wall and cancer focus ($\bar{x} \pm s$)

Position	n	$K^{trans}/(\text{min})$	$K_{ep}/(\text{min})$	V_e	ADC($\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)
Cancerous foci	80	0.92±0.12	2.03±0.15	0.58±0.21	0.96±0.23
Normal intestinal wall	80	0.53±0.06	1.62±0.12	0.30±0.13	1.52±0.39
t		23.255	19.090	10.140	11.063
P		0.000	0.000	0.000	0.000

2.2 不同 T、N 分期 DCE-MRI、DWI 参数比较

TNM 分期为 T_{III~IV}期的患者 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 高于 T_{I~II}期,

ADC 低于 T_{I~II}期($P<0.05$);TNM 分期为 N_I期的患者 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 高于 N₀期,ADC 低于 N₀期($P<0.05$)。见表 2。

2.3 不同性质系膜淋巴结 DCE-MRI、DWI 参数比较

ADC 低于系膜淋巴结良性($P<0.05$)。见表 3。系膜淋巴结恶性患者 K_{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 高于系膜淋巴结良性，表 2 不同 T、N 分期 K_{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、ADC 值差异 ($\bar{x}\pm s$)Table 2 Differences of K_{trans} , K_{ep} , V_e and ADC values in different T and N stages ($\bar{x}\pm s$)

TNM stages	n	K_{trans} (/min)	K_{ep} (/min)	V_e	ADC($\times 10^{-3}$ mm ² /s)
T _{I-II}	31	0.71 $\pm$ 0.20	1.71 $\pm$ 0.13	0.42 $\pm$ 0.16	1.21 $\pm$ 0.35
T _{III-IV}	49	1.05 $\pm$ 0.36	2.23 $\pm$ 0.29	0.68 $\pm$ 0.25	0.80 $\pm$ 0.21
<i>t</i>		4.803	9.388	5.155	6.556
<i>P</i>		0.000	0.000	0.000	0.000
N ₀	53	0.73 $\pm$ 0.22	1.75 $\pm$ 0.13	0.45 $\pm$ 0.16	1.20 $\pm$ 0.31
N ₁	27	1.29 $\pm$ 0.42	2.58 $\pm$ 0.35	0.84 $\pm$ 0.29	0.49 $\pm$ 0.15
<i>t</i>		7.848	15.379	7.767	11.225
<i>P</i>		0.000	0.000	0.000	0.000

表 3 不同性质系膜淋巴结 K_{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、ADC 值差异 ($\bar{x}\pm s$)Table 3 Differences of K_{trans} , K_{ep} , V_e and ADC values in mesangial lymph nodes with different properties ($\bar{x}\pm s$)

Nature	n	K_{trans} (/min)	K_{ep} (/min)	V_e	ADC($\times 10^{-3}$ mm ² /s)
Benign	396	0.53 $\pm$ 0.06	1.62 $\pm$ 0.12	0.35 $\pm$ 0.15	1.62 $\pm$ 0.42
Malignant	136	1.05 $\pm$ 0.35	2.38 $\pm$ 0.31	0.89 $\pm$ 0.32	0.53 $\pm$ 0.16
<i>t</i>		28.422	40.751	26.246	29.523
<i>P</i>		0.000	0.000	0.000	0.000

2.4 DCE-MRI、DWI 参数对 T、N 分期和系膜淋巴结性质的诊断效能

结恶性的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值均有所提高。见表 4。

联合诊断的情况下,直肠癌术前 T 分期、N 分期、系膜淋巴

表 4 K_{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、ADC 诊断直肠癌术前 T 分期、N 分期、系膜淋巴结恶性效能Table 4 K_{trans} , K_{ep} , V_e , ADC diagnosis of rectal cancer preoperative T stage, N stage, mesangial malignant lymph node efficacy

Model	Indicators	Cut-off	Sensitivity(%)	Specificity(%)	Positive predictive value(%)	Negative predictive value(%)
T stage	K_{trans}	0.92/min	73.47	74.19	81.82	67.65
	K_{ep}	1.92/min	63.26	64.52	73.81	52.63
	V_e	0.51	51.02	54.84	86.21	41.46
	ADC	1.02	69.39	74.19	80.95	60.53
	Combined diagnosis	/	85.71	90.32	93.33	80.00
N stage	K_{trans}	1.05/min	71.70	87.07	84.44	57.14
	K_{ep}	2.35/min	73.58	77.79	86.67	60.00
	V_e	0.72	54.72	62.96	74.36	41.46
	ADC	0.95	67.92	70.37	81.82	52.78
	Combined diagnosis	/	88.68	88.89	94.00	80.00
Mesangial malignant lymph node	K_{trans}	0.83/min	72.06	75.00	49.75	88.66
	K_{ep}	2.19/min	55.15	58.89	31.38	79.18
	V_e	0.76	77.21	79.80	56.76	91.07
	ADC	0.97	73.53	90.41	74.63	90.95
	Combined diagnosis	/	85.29	91.16	76.82	94.75

3 讨论

早期直肠癌经治疗后病理完全缓解时可获得低复发率和高无病生存率,预后较好,晚期直肠癌往往丧失最佳手术时机,生存率低、预后差^[12,13]。基于影像技术判断肿瘤位置、浸润深度、是否存在淋巴结转移和远处转移对指导手术方案、临床用药方案等均有较高价值和意义。肿瘤组织的生长取决于新生血管的生成,能反映肿瘤组织血管功能变化的指标对于诊断肿瘤术前分期、判断临床疗效、预测预后具有重要价值,近年来影像技术飞速发展,为获得更多病灶信息提供了有效技术保证。

MRI 具有多平面、多参数、多序列、软组织分辨率高特点,通过多功能成像技术可清晰显示肿瘤及其周围组织解剖结构和异常。DCE-MRI 通过观察对比剂在肿瘤组织血管分布和代谢差异实现活体测量肿瘤微血管生理学信息,反映肿瘤组织血管分布、对比剂摄取及滞留功能,其中对比剂药物流动力学定量参数指标对肿瘤性质鉴别具有较高价值^[14-16]。 K^{trans} 指对比剂自血管内转运至组织间隙的能力^[17], K_{ep} 指对比剂从组织间隙转到血管内的能力, K^{trans} 增高说明组织间隙血流灌注丰富, K_{ep} 增高说明对比剂在血管外高浓度前提下反流入血管内增多。 V_e 反应 ROI 组织坏死及组织细胞分化程度, V_e 增高说明肿瘤组织细胞化程度越高^[18]。恶性肿瘤组织新生血管网发达但是分化欠成熟,缺乏肌肉外套,血管脆性大,通透性高,组织间隙转移到血管内对比剂增多,因此 K^{trans} 、 K_{ep} 较良性肿瘤明显增高^[19]。本研究直肠癌癌灶 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 高于正常肠壁,与恶性肿瘤癌灶新生血管网丰富、血流灌注增加的病理特征相吻合。 T_{III-IV} 期、 N_1 期、系膜淋巴结恶性患者 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 高于 T_{I-II} 期、 N_0 期和系膜淋巴结良性患者,说明随着 T 分期增加,淋巴结转移,癌细胞增长活跃,新生血管生成增加,血流灌注、血流量、血容量、血管通透性均明显增加,肿瘤细胞增殖更加活跃,因此 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 明显增加,说明 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 对鉴别 T、N 分期、系膜淋巴结良恶性均有一定临床价值^[20,21]。

DWI 是近年来诊断恶性肿瘤、预测肿瘤治疗反应性最具价值的影像学检查手段之一^[22,23],DWI 利用平面回波及自旋回波原理成像观察活体组织水分子弥散过程,正常人体组织水分子运动遵循布朗运动规律,当组织病变时分子运动受阻,因此水分子运动速度、方向及信号强度可反应组织微观结构变化^[24,25]。恶性肿瘤细胞增殖较快,细胞密度增加,阻碍水分子运动和扩散程度,水分子扩散运动减弱,表现为 ADC 值降低^[26,27]。本研究直肠癌 ADC 低于正常肠壁组织,与恶性肿瘤水分子运动受阻病理特征一致。 T_{III-IV} 期、 N_1 期、系膜淋巴结恶性患者 ADC 低于 T_{I-II} 期、 N_0 期和系膜淋巴结良性患者,说明 T、N 分期越高,ADC 值越低,系膜恶性淋巴结癌细胞来源于原发癌灶,因此和原发癌灶发生一致的病理变化,ADC 值出现降低,可见 ADC 有助于鉴别直肠癌术前 T 分期、N 分期和系膜淋巴结良恶性。Fornell-Perez^[28]认为 DWI 可提高年轻医师对直肠癌术前 T 分期诊断准确性,Shen^[29]对 35 例直肠癌患者进行 DWI 检测,发现 ADC 值在不同 T 分期、N 分期患者中均有显著差异性,在直肠癌淋巴结转移具有较高评估价值。谢宗源^[30]报道也指出 DWI 联合 DCE-MRI 参数对鉴别直肠癌 N 分期具有更高应用价值。

综上所述,DCE-MRI、DWI 均是鉴别直肠癌 T、N 分期、系膜淋巴结性质的有效影像手段,DCE-MRI 联合 DWI 对直肠癌术前 T、N 分期、系膜淋巴结性质诊断价值更高。

参考文献(References)

- [1] Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer statistics, 2016 [J]. CA Cancer J Clin, 2016, 66(1): 7-30
- [2] São Julião GP, Habr-Gama A, Vailati BB, et al. New Strategies in Rectal Cancer[J]. Surg Clin North Am, 2017, 97(3): 587-604
- [3] Chen W, Zheng R, Baade PD, et al. Cancer statistics in China, 2015[J]. CA Cancer J Clin, 2016, 66(2): 115-132
- [4] Mir ZM, Yu D, Merchant SJ, et al. Management of rectal cancer in Canada: an evidence-based comparison of clinical practice guidelines [J]. Can J Surg, 2020, 63(1): E27-E34
- [5] Palter VN, de Montbrun SL. Implementing new surgical technology: a national perspective on case volume requirement for proficiency in transanal total mesorectal excision[J]. Can J Surg, 2020, 63(1): E21-E26
- [6] 刘福军, 钱银锋, 王啸, 等. 3.0 T 高分辨磁共振在直肠癌术前 T N 分期中的评估价值[J]. 安徽医学, 2019, 40(2): 172-174
- [7] Peng Y, Tang H, Meng X, et al. Histological grades of rectal cancer: whole-volume histogram analysis of apparent diffusion coefficient based on reduced field-of-view diffusion-weighted imaging[J]. Quant Imaging Med Surg, 2020, 10(1): 243-256
- [8] Park JH, Seo N, Lim JS, et al. Feasibility of Simultaneous Multislice Acceleration Technique in Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging of the Rectum[J]. Korean J Radiol, 2020, 21(1): 77-87
- [9] Kudou M, Nakanishi M, Kuriu Y, et al. Value of intra-tumor heterogeneity evaluated by diffusion-weighted MRI for predicting pathological stages and therapeutic responses to chemoradiotherapy in lower rectal cancer[J]. J Cancer, 2020, 11(1): 168-176
- [10] Fusco R, Sansone M, Granata V, et al. Diffusion and perfusion MR parameters to assess preoperative short-course radiotherapy response in locally advanced rectal cancer: a comparative explorative study among Standardized Index of Shape by DCE-MRI, intravoxel incoherent motion- and diffusion kurtosis imaging-derived parameters [J]. Abdom Radiol (NY), 2019, 44(11): 3683-3700
- [11] 薛卫成, 顾晋. 第 7 版结直肠癌 TNM 分期(2010)的变化及意义[J]. 中华外科杂志, 2010, 48(21): 1605-1606
- [12] 王亚儒, 唐孝良, 陈永乐, 等. 结直肠癌肝转移原发病灶切除后患者生存状况及预后因素分析 [J]. 现代生物医学进展, 2016, 16(25): 4922-4925
- [13] Wasmuth HH, Rektstad LC, Trano G. The outcome and the frequency of pathological complete response after neoadjuvant radiotherapy in curative resections for advanced rectal cancer: a population-based study[J]. Colorectal Dis, 2016, 18(1): 67-72
- [14] 谢铁明, 邵国良, 石磊, 等. DCE-MRI 联合 DWI 评价食管癌放疗效果的价值研究[J]. 浙江医学, 2017, 39(24): 2213-2217
- [15] Petrillo A, Fusco R, Petrillo M, et al. DCE-MRI time-intensity curve visual inspection to assess pathological response after neoadjuvant therapy in locally advanced rectal cancer [J]. Jpn J Radiol, 2018, 36(10): 611-621
- [16] Chatterjee A, He D, Fan X, et al. Performance of Ultrafast DCE-MRI for Diagnosis of Prostate Cancer[J]. Acad Radiol, 2018, 25(3): 349-358

- [17] 施敏敏, 戚婉. DWI 及 DCE-MRI 对卵巢肿瘤的应用研究进展[J]. 磁共振成像, 2016, 7(7): 551-554
- [18] 郭永梅, 尹进学, 江新青, 等. DCE-MRI 定量参数分析子宫内膜癌影像与病理特征相关性研究 [J]. 临床放射学杂志, 2016, 35(10): 1546-1550
- [19] 王艾博, 边杰. DCE-MRI 原理及临床应用情况 [J]. 中国临床医学影像杂志, 2016, 27(6): 435-438
- [20] 杨晓棠, 张建新, 杜笑松, 等. 动态增强 MRI 定量与半定量分析在直肠癌术前 T、N 分期中的应用价值 [J]. 中华解剖与临床杂志, 2016, 21(2): 109-114
- [21] Hötter AM, Garcia-Aguilar J, Gollub MJ. Multiparametric MRI of rectal cancer in the assessment of response to therapy: a systematic review[J]. Dis Colon Rectum, 2014, 57(6): 790-799
- [22] 许春苗, 袁军辉, 陈学军, 等. 比较 3.0T MRI 读出方向上的分段扩散成像技术与平面回波扩散加权成像技术对鼻咽癌的诊断价值 [J]. 中华放射学杂志, 2016, 50(8): 586-589
- [23] van Heeswijk MM, Lambregts DM, Palm WM, et al. DWI for Assessment of Rectal Cancer Nodes After Chemoradiotherapy: Is the Absence of Nodes at DWI Proof of a Negative Nodal Status? [J]. AJR Am J Roentgenol, 2017, 208(3): W79-W84
- [24] Yoshida S, Takahara T, Kwee TC, et al. DWI as an Imaging Biomarker for Bladder Cancer [J]. AJR Am J Roentgenol, 2017, 208(6): 1218-1228
- [25] Woo S, Suh CH, Kim SY, et al. Head-To-Head Comparison Between High- and Standard-b-Value DWI for Detecting Prostate Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. AJR Am J Roentgenol, 2018, 210(1): 91-100
- [26] Dai G, Liang K, Xiao Z, et al. A meta-analysis on the diagnostic value of diffusion-weighted imaging on ovarian cancer [J]. J BUON, 2019, 24(6): 2333-2340
- [27] Wang B, Gao J, Zhang Q, et al. Investigating the equivalent performance of biparametric compared to multiparametric MRI in detection of clinically significant prostate cancer [J]. Abdom Radiol (NY), 2020, 45(2): 547-555
- [28] Fornell-Perez R, Perez-Alonso E, Porcel-de-Peralta G, et al. Primary and post-chemoradiotherapy staging using MRI in rectal cancer: the role of diffusion imaging in the assessment of perirectal infiltration[J]. Abdom Radiol (NY), 2019, 44(11): 3674-3682
- [29] Shen F, Chen L, Li Z, et al. The usefulness of b value threshold map in the evaluation of rectal adenocarcinoma [J]. Abdom Radiol (NY), 2020, 45(2): 332-341
- [30] 谢宗源, 谭志斌, 王志强, 等. DWI 及 DCE-MRI 在直肠癌 N 分期中的应用价值[J]. 重庆医学, 2018, 47(20): 2673-2675

(上接第 4504 页)

- [17] Fuggle NR, Curtis EM, Ward KA, et al. Fracture prediction, imaging and screening in osteoporosis [J]. Nat Rev Endocrinol, 2019, 15(9): 535-547
- [18] Leutner M, Matzhöld C, Bellach L, et al. Diagnosis of osteoporosis in statin-treated patients is dose-dependent[J]. Ann Rheum Dis, 2019, 78(12): 1706-1711
- [19] Matzkin EG, DeMaio M, Charles JF, et al. Diagnosis and Treatment of Osteoporosis: What Orthopaedic Surgeons Need to Know[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2019, 27(20): e902-e912
- [20] Songpatanasilp T, Rojanasthien S, Sugkraroek P, et al. Open-label study of treatment with alendronate sodium plus vitamin D in men and women with osteoporosis in Thailand [J]. BMC Musculoskeletal Disord, 2018, 19(1): 392
- [21] Salazar M, Hernandez L, Ramos AL, et al. Effect of alendronate sodium on tooth movement in ovariectomized rats[J]. Arch Oral Biol, 2015, 60(5): 776-781
- [22] Gundogdu E, Ekinci M, Ozgenc E, et al. Development and Evaluation of Liquid and Solid Lipid Based Drug Delivery Systems Containing Technetium-99m-Radiolabeled Alendronate Sodium [J]. Curr Radiopharm, 2018, 11(2): 100-108
- [23] 梁伟乔, 钟诚, 李宇明. 骨质疏松症的中医病因病机认识与治疗进展[J]. 中国骨质疏松杂志, 2020, 26(1): 135-139
- [24] 周峻, 张刘波, 熊振成, 等. 独活寄生汤治疗腰椎间盘突出症临床疗效的 meta 分析[J]. 海南医学院学报, 2020, 26(6): 418-423, 429
- [25] Marozik P, Alekna V, Rudenko E, et al. Bone metabolism genes variation and response to bisphosphonate treatment in women with postmenopausal osteoporosis[J]. PLoS One, 2019, 14(8): e0221511
- [26] Bellavia D, Salamanna F, Raimondi L, et al. Deregulated miRNAs in osteoporosis: effects in bone metastasis. Cell Mol Life Sci, 2019, 76(19): 3723-3744
- [27] Yu XY, Li XS, Li Y, et al. Neutrophil-lymphocyte ratio is associated with arterial stiffness in postmenopausal women with osteoporosis[J]. Arch Gerontol Geriatr, 2015, 61(1): 76-80
- [28] Lin CC, Li TC, Liu CS, et al. Associations of TNF- α and IL-6 polymorphisms with osteoporosis through joint effects and interactions with LEPR gene in Taiwan: Taichung Community Health Study for Elders (TCHS-E)[J]. Mol Biol Rep, 2016, 43(10): 1179-1191
- [29] 鲍明吉, 徐毅. 独活寄生汤联合西药治疗膝关节骨性关节炎合并骨质疏松临床研究[J]. 新中医, 2019, 51(10): 54-56
- [30] 刘尚智, 王军涛. 独活寄生汤治疗妇女绝经后骨质疏松症临床观察[J]. 中药药理与临床, 2018, 34(3): 181-183